

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**  
**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**PROYECTO FIN DE CARRERA**  
**INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL**  
**- ELECTRICIDAD -**

CT interior y línea de 20kV de conexión a red existente para suministro a instalaciones provisionales de obra de Almazara en Guadalén en el término municipal de Vilches provincia de Jaén.

**AUTOR:** Carlos Serrano Pereda

**TUTOR:** Carlos Cachadiña Gallego

**FECHA:** Febrero 2010

## ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA

ANEJO N°1: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD

DOCUMENTO N° 2: PLANOS

PLANO N° 1: SITUACIÓN

PLANO N° 2: PLANTA Y PERFIL

PLANO N° 3: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLANO N° 4: ELEMENTOS DE LA LINEA

PLANO N° 5: JUSTIFICACION DECRETO AVIFAUNIA

PLANO N° 6: PASO SUBTERRANEO

PLANO N° 7: APOYO DE ENTRONQUE

DOCUMENTO N° 3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO N° 4: PLIEGO DE CONDICIONES.

DOCUMENTO N° 5: BIBLIOGRAFÍA

DOCUMENTO N° 1

MEMORIA

## INDICE

1.1.- <u>CONSIDERACIONES GENERALES</u> .....	7
1.1.1.- OBJETIVO DEL PROYECTO.....	7
1.1.2.- EMPLAZAMIENTO .....	7
1.1.3.- TRAMITACION ADMINISTRATIVA .....	7
1.1.4.- TENSIÓN DE SUMINISTRO.....	7
1.1.5.- NORMATIVA LEGAL .....	8
1.1.6.-NECESIDAD DE TRÁMITE AMBIENTAL .....	9
1.1.7.- NORMAS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA .....	10
1.1.7.1.- MEDIDAS DE ANTIELECTROCUCIÓN .....	10
1.1.7.2.- MEDIDAS ANTICOLISIÓN. ....	11
1.1.7.2 TABLA RESUMEN DE LAS CONDICIONES TECNICO- AMBIENTALES.....	12
1.2.- <u>LINEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN</u> .....	13
1.2.1.- TRAZADO .....	13
1.2.2.- PASO DE AÉREO A SUBTERRANEO.....	13
1.2.3.- CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR .....	13
1.2.4.- AISLAMIENTO .....	14
1.2.4.1.- NIVEL DE AISLAMIENTO .....	14
1.2.4.2.- TIPO DE AISLAMIENTO .....	14
1.2.4.3.- AISLADORES .....	14
1.2.4.4.- HERRAJES .....	15
1.2.4.5.- GRAPAS .....	16
1.2.4.6.- FORMACIÓN DE CADENAS.....	17
1.2.5.- APOYOS.....	17
1.2.5.1.- PROTECCIÓN DE SUPERFICIES.....	18
1.2.5.2.- DIMENSIONES DE LOS APOYOS.....	18
1.2.5.3.- NUMERACIÓN Y PLACAS DE PELIGRO .....	19
1.2.5.4.- TOMAS DE TIERRA .....	19
1.2.5.5.- CIMENTACIONES .....	20
1.3.- <u>LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN</u> .....	21
1.3.1.- TRAZADO .....	21

1.3.2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR .....	21
1.3.2.1.- AISLAMIENTO.....	22
1.3.2.2.- PANTALLAS ELECTRICAS .....	22
1.3.2.2.1.- PANTALLA SOBRE EL CONDUTOR .....	22
1.3.2.2.2.- PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO .....	22
1.3.2.3.- CUBIERTA EXTERIOR NO METÁLICA.....	23
1.3.2.4.- TENDIDO .....	23
1.3.2.5.- ARQUETAS DE REGISTRO.....	23
1.3.2.6.- CINTAS DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO .....	23
1.3.3.- EMPALMES Y TERMINALES.....	24
1.3.4.- PUESTA A TIERRA .....	24
1.4.- <u>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</u> .....	26
1.4.2.- ALIMENTACIÓN .....	27
1.4.3.- TRANSFORMADOR.....	27
1.4.4.- DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN .....	27
1.4.5.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CELDAS .....	28
1.4.6.- CELDAS DE LÍNEA.....	29
1.4.7.- CELDAS DE MEDIDA.....	29
1.4.8.- CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO .....	29
1.4.9.- CELDA DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR .....	30
1.4.10.- INTERCONEXIÓN CELDA A.T- TRANSFORMADOR.....	31
1.4.11.- PUESTA A TIERRA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	31
1.4.12.- CUADRO DE BAJA TENSIÓN .....	31
1.4.13.- PUENTES DE BAJA TENSION.....	32
1.4.14.- ALUMBRADO.....	33
1.4.15.- VENTILACIÓN .....	33
1.4.16.- MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	33
1.4.17.- MECANISMOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	34
2.- MEMORIA DE CÁLCULO .....	35
2.1.- <u>CÁLCULOS ELECTRICOS LINEA AÉREA M.T</u> .....	35
2.1.1.- DENSIDAD MÁXIMA .....	35

2.1.3.- REACTANCIA.....	35
2.1.4.- POTENCIA MAXIMA ADMISIBLE.....	37
2.1.4.1.-POTENCIA MAXIMA ADMISIBLE CALENTAMIENTO.....	37
2.1.5.- CAIDA DE TENSIÓN .....	37
2.1.6.- PERDIDA DE POTENCIA .....	38
2.1.7.- AISLADORES.....	39
2.1.8.- PUESTA A TIERRA DEL APOYO DE SECCIONAMIENTO.....	39
2.2.- <u>CALCULOS ELECTRICOS DE LINEA SUBTERRANEA M.T</u> .....	40
2.2.1.- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE. ....	40
2.2.2.- POTENCIA MÁXIMA ADMISBLE .....	40
2.2.3.- CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO.....	41
2.2.3.1.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR.....	41
2.2.3.2.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA .....	41
2.3.- <u>CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</u> .....	42
2.3.1.- INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN .....	42
2.3.2.- INTENSIDAD BAJA TENSIÓN .....	42
2.3.3.- CORTOCIRCUITOS .....	43
2.3.3.1.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN ALTA TENSIÓN.....	43
2.3.3.2.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN BAJA TENSIÓN .....	43
2.3.5.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T PREFABRICADO .....	44
2.3.6.- DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.....	45
2.3.7.- CÁLCULOS PUESTA A TIERRA .....	45
2.3.7.1.- DATOS DE PARTIDA.....	46
2.3.7.2.- TENSIÓN DE PASO Y DE CONTACTO .....	46
2.3.7.3.-SISTEMA PUESTA A TIERRA CENTRO TRANSFORMACIÓN. ...	47
2.3.7.3.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.....	47
2.3.7.3.2.- PUESTA A TIERRA DE SERVICIO .....	49
2.3.7.3.3.- SEPARACIÓN ENTRE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA ...	50
2.3.7.3.4.- CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE TIERRA .....	50
2.4.- <u>CALCULOS MECANICOS DE LA LINEA AEREA M.T</u> .....	51
2.4.1.- DATOS PRELIMINARES .....	51

---

CT interior y línea de 20kV de conexión a red existente para suministro a instalaciones provisionales de obra de Almazara en Guadalén el término municipal de Vilches provincia de Jaén

2.4.2.-CÁLCULO DEL CONDUCTOR .....	51
2.4.3.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....	55
2.4.3.1.- DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO. ....	55
2.4.3.2.- DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SI. ....	55
2.4.3.3.- DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES A LAS EDIFICACIONES	56
2.4.5.1.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO.....	57
2.4.5.2.-CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS DE LOS APOYOS.....	57
2.4.5.4.- APOYOS SELECCIONADOS .....	58
3.- CRUZAMIENTOS Y PARALALESISMOS .....	59
3.1.- <u>PARALELISMO CON LÍNEAS ELÉCTRICAS</u> .....	59
4.- CONCLUSIÓN .....	60

## INCICE TABLAS

Tabla I: Necesidad de trámite ambiental .....	9
Tabla II: Resumen de las condiciones técnico- ambientales .....	12
Tabla III: Características eléctricas de las cadenas de aisladores.....	15
Tabla IV: Características de los herrajes .....	16
Tabla V: Características de las grapas .....	16
Tabla VI: Características de las cadenas de suspensión .....	17
Tabla VII: Características de las cadenas de amarre .....	17
Tabla VIII: Potencia máxima admisible por calentamiento .....	37
Tabla IX: Potencia máxima admisible.....	40
Tabla X: Intensidad Alta Tensión.....	42
Tabla XI: Intensidad baja tensión.....	43
Tabla XII: Intensidad cortocircuito baja tensión .....	43
Tabla XIII: Límite de protección en alta del fusible .....	44
Tabla XIV: Superficie de la reja de entrada del sistema de ventilación.....	45
Tabla XV: Volumen pozo apagafuegos.....	45
Tabla XVI: Datos preliminares de la línea .....	51
Tabla XVII: Hipótesis definidas por el R.L.A.T. Art. 27 apdo. 1 y apdo. 3 .....	52
Tabla XVIII: Tendido LA-56 –TENSE (5° C +V)=556Kg – T.C.D (15%) = 250 Kg... 55	
Tabla XIX: Distancia mínima de cada cruceta.....	56
Tabla XX: Hipótesis de cálculo de apoyos.....	57
Tabla XXI: Cálculo de los esfuerzos de los apoyos .....	57
Tabla XXII: Apoyos seleccionados .....	58
Tabla XXIII: Cumplimiento de la mínima distancia entre líneas paralelas .....	59



## 1.-MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

#### 1.1.1.- OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del presente proyecto es realizar el estudio técnico necesario para la instalación de un centro de transformación y línea aérea de enlace a la red existente para dar servicio a las instalaciones provisionales de obra necesarias para la construcción de una Almazara situada en Guadalén en el término municipal de Vilches, provincia de Jaén.

Esta línea tendrá dos tramos, uno aéreo y otro subterráneo. El primer tramo será aéreo y conectará en la “línea aérea 20 kV” de la subestación de Palma del rio, posteriormente pasará a subterráneo hasta entrar en el centro de transformación proyectado.

El centro de transformación dará servicio a las instalaciones provisionales de la construcción de la Almazara.

El tramo aéreo tendrá la peculiaridad de compartir apoyos con la línea aérea que da suministro al centro de transformación que alimentara la Almazara.

#### 1.1.2.- EMPLAZAMIENTO

La instalación proyectada se encuentra situada en Guadalén en el término municipal de Vilches, Jaén, tal y como se indica en el plano de situación.

#### 1.1.3- TRAMITACION ADMINISTRATIVA

Se tramitará según el Decreto 59/2005

#### 1.1.4.- TENSIÓN DE SUMINISTRO

Datos de suministro

- Tensión nominal	20 kV
- Tensión máxima	24 kV
- Intensidad de cortocircuito	16 kA
- Intensidad de defecto a tierra	300 A
- Tiempo de desconexión	1sg
- Frecuencia	50 Hz

Por ser esta tensión inferior a 30 kV, queda clasificada esta línea como de tercera categoría, según el Art. 3 del RLAT.

Lo que procede de los distintos centros productores, propiedad de Endesa Sevillana, enlazados entre si, por medio de su red general de transporte Ree (Red Eléctrica Española).

#### 1.1.5.- NORMATIVA LEGAL

En relación de este proyecto se ha tenido presente toda la reglamentación vigente, en especial cada una de las especificaciones contenidas en

- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de seguridad en Locales de Pública concurrencia y Centros de Transformación.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA particulares de la empresa suministradora (ENDESA distribución Sevillana), que sean de aplicación.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Resolución de 5 de mayo de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por las que se aprueban las Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de Endesa Sevillana.
- Real decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministros y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Instrucción de 17 de noviembre de 2004, de la Dirección General de Industria Energía y Minas sobre tramitación simplificada de determinadas instalaciones de distribución de alta y media tensión.
- Decreto 59/2005, de 1 de marzo, por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos.

- Ley 2/89 de 18 de julio, Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.
- Ley 2/95.de 1 de junio modificación de la 2/89.
- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 7-72007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

### 1.1.6.-NECESIDAD DE TRÁMITE AMBIENTAL

Según la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, en su Anexo I en lo referente a las CATEGORIAS DE ACTUACIONES SOMETIDAS A LOS INSTRUMENTOS DE PREVENCION Y CONTROL AMBIENTAL, las que afectan a las líneas eléctricas las indicamos a continuación.

CAT	ACTUACION	INST.
2.15	Construcción de líneas aéreas para el suministro de energía eléctrica de longitud superior a 3000 metros. Se exceptúan las sustituciones que no se desvíen de la traza más de 100m.	AAI
2.17	Construcción de líneas aéreas para el suministro de energía eléctrica de longitud superior a 3000 metros. Se exceptúan las sustituciones que no se desvíen de la traza más de 100m.	CA
13.7	Los siguientes proyectos, cuando se desarrollen en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de la Directiva 79/409/CEE, del consejo, de 2 de abril, relativa a la conservación de aves silvestres, de la Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 2 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre y de la ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se establecen medidas adicionales para su protección en humedales incluidos en la lista del Convenio de Ramsar:  d) Líneas aéreas y subterráneas para el transporte de energía eléctrica	AAU

Tabla I: Necesidad de trámite ambiental

INSTRUMENTOS: Autorización Ambiental Integrada (AAI), Autorización Ambiental Unificada (AAU), Evaluación Ambiental (EA), Calificación Ambiental (CA).

- La Autorización Ambiental Unificada (AAU) lleva incluido el trámite de Estudio de Impacto Ambiental.
- LA Calificación Ambiental (CA) que es un trámite en el ayuntamiento del municipio que lleva un análisis de las repercusiones medioambientales de la actuación incluido en el proyecto técnico.

Por encontrarnos en el caso de una aérea de longitud inferior a 3000 metros y **NO** encontrarse en zona sensible, será necesario someter la instalación al trámite de Calificación Ambiental.

### 1.1.7.- NORMAS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA

#### 1.1.7.1.- MEDIDAS DE ANTIELECTROCUCIÓN

Se adoptaran medidas antielectrocución para protección de la avifauna establecida en el Decreto 178/2006 de 10 de Octubre, de la Junta de Andalucía y en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto.

- Las líneas se habrán de construir con cadenas de aisladores suspendidos, evitándose la disposición horizontal de los mismos, excepto los apoyos de ángulo, anclaje y fin de línea.
- Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores de derivación, anclaje, fin de línea, se diseñaran de forma que no se sobrepase con elementos en tensión de las crucetas no auxiliares de los apoyos. En su defecto se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión mediante dispositivos de probada eficacia. Por ello, se prohíbe la instalación de puentes flojos no aisladores por encima de travesaños y cabecera de postes, así como la instalación de seccionadores e interruptores con corte al aire, colocados en posición horizontal en la cabecera de los apoyos. Los puentes se realizarán con cable con aislamiento XLPE de la sección correspondiente de aluminio acero aluminizado con cubierta de poliolefina.
- La unión entre los apoyos y los transformadores o seccionadores situados en tierra, que se encuentren dentro de casetillas de obra o valladas, se hará con cable seco o trenzado.
- Los apoyos de alineación tendrán que cumplir las siguientes distancias mínimas accesibles de seguridad: entre la zona de posada y elementos en tensión la distancia de seguridad será de 0,75 m y entre conductores de 1,5 m. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento efectivo y permanente de las zonas de tensión. Para ello **se realizara un aislamiento efectivo**.
- En el caso de armado tresbolillo, la distancia entre la cruceta inferior y el conductor superior del mismo lado y el conductor superior del mismo lado o

del correspondiente puente flojo no será inferior a 1,5 m, a menos que el conductor o el puente flojo esté aislado.

- Para crucetas o armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del poste y el conductor central no será inferior a 0,88 m, a menos que se aisle el conductor central 1 metro a cada lado del punto de enganche.
- Los apoyos de anclaje, ángulo, derivación, fin de línea y, en general, aquellos con cadena de aisladores horizontal, deberán tener una distancia mínima accesible de seguridad entre la zona de posada y los elementos en tensión de 1 m. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento de las zonas de tensión. Para ello **se realizara un aislamiento efectivo.**
- Se instalaran preferentemente apoyos tipo tresbolillo frente a cualquier otro tipo de poste en líneas aéreas con conductor desnudo para tensiones nominales iguales o inferiores a 36 kV.

El aislamiento efectivo se realizara aislando las partes activas, puentes y grapas mediante vainas de caucho EPDM, masilla aislante, cinta autovulcanizable y de PVC, en el recubrimiento para aislamiento hasta 36kV.

#### 1.1.7.2.- MEDIDAS ANTICOLISIÓN.

Según se indica en el Artículo 3.2 del Decreto 178/2006. Será necesario aplicar las medidas anticolidión establecidas en dicho Decreto a las instalaciones aéreas de alta tensión, existentes y de nueva construcción, que discurran por las zonas de especial protección para las aves, calificadas por su importancia como son la avutarda y el sisón, y aquellas que discurran, dentro un radio de dos kilómetros, alrededor de las líneas de máxima crecida de los humedales de la zona.

Al no encontrarnos en ninguno de los casos anteriores, no será necesario aplicar medidas anticolidión a la instalación proyectada.

### 1.1.7.2 TABLA RESUMEN DE LAS CONDICIONES TECNICO-AMBIENTALES.

A continuación se adjunta una tabla resumen de las condiciones técnico-ambientales de la instalación proyectada a legalizar.

APOYO			Sistema antielectrocución	Sistema Anticolisión	Aparellaje	FUNDACIONES K=8			
Nº	FUNCION	ARMADO				h (m)	a (m)	Exc (m³)	horm (m³)
1	Especial	Doble circuito	Aislar puentes	No	Secc. Unipolares + Autoválvulas	2,79	1,19	3,95	4,23
2	Fin de línea	Doble circuito	Aislar puentes	No	No	2,65	1,52	6,12	6,58
3	Alineación	Doble circuito	Aislar puentes	No	No	2,05	1,16	2,76	3,03
4	Amarre	Doble circuito	Aislar puentes	No	No	2,20	1,34	3,95	4,31
5	Especial	Doble circuito	Aislar puentes	No	Secc. Unipolares + Autoválvulas	2,90	2,1	12,79	13,67
TOTAL						12,59	7,31	29,57	31,82
MEDIA						2,52	1,46	5,91	6,36

Nº TOTAL DE APOYOS 5

Tabla II: Resumen de las condiciones técnico- ambientales

## 1.2.- LINEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

En la línea que se proyecta se emplearán conductores desnudos de aluminio-acero galvanizado.

A efecto de sobrecarga y según la clasificación especificada en el Art. 17 del R.L.A.T., el trazado de esta línea discurre por

**Zona A:** Situada entre 0 m y 500 m de altitud sobre el nivel del mar.

### 1.2.1.- TRAZADO

La línea aérea proyectada tiene su origen en un nuevo apoyo insertado en la LINEA AEREA 20 kV de compañía

Se instalaran 5 apoyos DC, el primero se insertara en la línea aérea existente, discurrirá paralela a la derivación a los centros de transformación a la intemperie que parten de este apoyo.

La longitud total de la línea aérea proyectada es de 524,34 metros.

### 1.2.2.- PASO DE AÉREO A SUBTERRANEO

Para el paso de aéreo a subterráneo se instalaran en el apoyo nº 5 proyectado seccionadores unipolares de 24 kV 400 A y autoválvulas de 20 kV 10 kA.

El cable subterráneo, en el tramo de subida a la línea aérea, irá protegido mecánicamente. Esta protección será de acero galvanizado y se empotrara en la cimentación del apoyo, sobresaliendo al menos 2,5 m por encima del nivel del terreno. El diámetro de la protección será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente del grupo de cables unipolares.

### 1.2.3.- CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

El conductor, que se empleará, está contemplado en la Recomendación UNESA 3403, y la norma UNE 21018.

Será del tipo denominado LA-56, de las siguientes características:

- Material	Aluminio-Acero
- Sección total	54,6 mm <sup>2</sup>
- Diámetro aparente	9,45 m
- Radio	4,725 mm
- Hilos de Al	6

- Hilos de Acero	1
- Peso unitario	$0,189 \frac{Kg}{m}$
- Modulo de elasticidad	$8,1000Kg/m^2$
- Coeficiente dilatación	$19,1 \times 10^{-6} 1/^{\circ}C$
- Resistencia eléctrica	$0,614 \frac{\Omega}{km}$
- Carga de rotura	$1.670 Kg$

#### 1.2.4.- AISLAMIENTO

##### 1.2.4.1.- NIVEL DE AISLAMIENTO

El Art. 24 del R.L.A.T., define el nivel de aislamiento de una línea, por las tensiones de ensayo soportadas en las dos condiciones siguientes:

- A impulso tipo rayo
- Bajo lluvia, a frecuencia industrial, durante un minuto.

Estableciendo los siguientes valores mínimos, correspondientes a la tensión nominal y a la más elevada de línea

- Tensión nominal	20 kV
- Tensión máxima	24 kV
- Tensión de ensayo al choque (impulso tipo rayo)	125 kV cresta
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial	50kV eficaces

##### 1.2.4.2.- TIPO DE AISLAMIENTO

El aislamiento estará formado por cadenas de aisladores del tipo caperuza y vástago. Los elementos que forman de las cadenas de aisladores son tres: aisladores herrajes y grapas.

##### 1.2.4.3.- AISLADORES

Las características del elemento aislador, para este nivel de aislamiento, que corresponde al tipo U40BS de la Norma UNE 21124, son los siguientes:

- Material	vidrio templado
- Designación	U40BS
- Carga de rotura electromecánica	4000 daN
- Diámetro máximo	175 mm
- Paso nominal	100 mm
- Línea de fuga	185 mm
- Norma acoplamiento (diámetro vástago)	11 mm



- Nivel de aislamiento (un elemento)
- A frecuencia industrial bajo lluvia, valor eficaz 33 kV
- A impulso tipo rayo 74 kV
- Peso neto aproximado 1650 Kg

La norma aplicable para la fabricación de estos aisladores será:

- UNE 21.009.....Medidas de acoplamiento para rótula y alojamiento de rotura
- UNE 21.114.....Ensayos de aisladores para líneas superiores a 1000 V
- UNE 21.124.....Características de los elementos tipo caperuza y vástago
- UNE 21.216.....Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.

Las características eléctricas de las cadenas son las que se indican a continuación, que en todos los casos superan las prescripciones del R.L.A.T.

Nº de elementos	Tipo rayo	Tipo lluvia
3	200 kV	79 kV

Tabla III: Características eléctricas de las cadenas de aisladores

#### 1.2.4.4.- HERRAJES

Con esta denominación, comprendemos todos los elementos que proyectamos para unir los conductores a las cadenas de aisladores y estas a las torres metálicas, los de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor, etc.

Se construirán fundamentalmente de acero forzado galvanizado en caliente y todos deberán estar adecuadamente protegidos contra la corrosión.

Al utilizar varillas de protección, habrá de tenerse en cuenta el sentido de cableado de los conductores y cables de tierra.

Todos los bulones serán siempre con tuerca, arandela y pasador, estando comprendido el juego entre estos y sus taladros entre 1 y 1,5 mm.

El juego axial entre piezas estará comprendido entre 1 y 2,5 mm.

Se tendrán en cuenta las disposiciones de los taladros y los gruesos de chapas y casquillo de cogida de las cadenas, par que estas queden posicionadas adecuadamente y las diversas piezas trabajen en posición correcta.

Los herrajes utilizados, para la formación de cadenas, se ajustaran a lo especificado en la Recomendación UNESA 6617.

Serán de paso 11, y estarán constituidos por horquilla bola + rótula, de características.

Designación	Carga rotura (DaN)	Peso (Kg)	Longitud en la cadena (mm)
Horquilla bola (HB-11)	5000	0,310	64
Rótula (R-11)	5000	0,220	42

Tabla IV: Características de los herrajes

Para las características generales y ensayos de control de calidad de todos los herrajes se aplicaran las Normas UNE.

- UNE 21.006.- Herrajes para las líneas eléctricas. Nomenclaturas características generales y ensayos
- UNE 21.009.- Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rótula de los elementos de cadenas de aisladores.
- UNE 21.021.- Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
- UNE 21.124.- Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago
- UNE 21.158 Herrajes para líneas eléctricas de alta tensión. Características y ensayos
- UNE 21.159 Elementos de fijación y empalme para conductores y cables de tierra de líneas eléctricas aéreas de alta tensión. Características y ensayos.

#### 1.2.4.5.- GRAPAS

Las grapas para sujeción, de los conductores serán de suspensión o de amarre, según la función que vayan a desempeñar.

En las grapas de suspensión, los diferentes tipos a utilizar vienen determinados por el diámetro total del conductor de la línea, incluyendo, se instalan, las varillas preformadas de protección.

Las grapas de suspensión pueden ser sencillas (GS) o armadas (GSA), estas últimas incluyen en su constitución varillas helicoidales de protección y un manguito de material elastómero o elastomérico, empleándose en las situaciones especiales de cruzamientos y paralelismos, de acuerdo con el Art. 10 del R.L.A.T.

En este proyecto se utilizaran

Conductor	Tipo grapa	Carga de rotura (DaN)	Peso (kg)	Longitud en la cadena (mm)
LA-56	GS-1	2500	0,460	41
LA-56	GA-1	4000	0,700	125

Tabla V: Características de las grapas

Las grapas de amarre del conductor soportarán una tensión mecánica en el amarre del 90% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento, cumplimentando el Art. 10 del R.L.A.T.

#### 1.2.4.6.- FORMACIÓN DE CADENAS

Las cadenas de suspensión LA-56 sin alargaderas estarán formadas por:

Elemento	Denominación	Peso (kg)	Longitud (mm)
Horquilla bola	HB-11	0,310	64
3 elementos U40	U40BS	4,950	300
Rótula	R11	0,220	42
Grapa de suspensión	GS-1	0,460	41
<b>TOTAL</b>		<b>5,940</b>	<b>447</b>

Tabla VI: Características de las cadenas de suspensión

Las cadenas de amarre LA-56 sin alargaderas estarán por:

Elemento	Denominación	Peso (kg)	Longitud (mm)
Horquilla bola	HB-11	0,310	64
3 elementos U40	U40BS	4,950	300
Rótula	R11	0,220	42
Grapa de amarre	GA-1	0,700	125
<b>TOTAL</b>		<b>6,180</b>	<b>531</b>

Tabla VII: Características de las cadenas de amarre

La carga de rotura mínima de una cadena será la menor de entre los elementos que la componen; aisladores, herrajes y grapas.

Estas cargas de rotura anteriormente especificadas se tendrán en cuenta en relación con el tense de los conductores, ya que según el Art. 28 del R.L.A.T., deberán tener un coeficiente de seguridad no inferior a 3.

#### 1.2.5.- APOYOS

Los apoyos a instalar serán metálicos, de celosía, formados por perfiles angulares de acero AE275 (A42b) y AE355 (A52b), según la norma UNE 36080.8R, siendo su anchura, mínima 45 mm y su espesor mínimo 4 mm y galvanizados por inmersión en caliente según norma UNE-21.006.

Los tornillos empleados serán de calidad 5.6. La composición de la materia prima, la designación y las propiedades mecánicas cumplen la norma DIN 267, hoja 3. La dimensiones de los tornillos y las longitudes de apriete se ajustan a las indicadas en la norma DIN 7990, con la correspondiente arandela de 8 mm, según norma DIN 7989. Las tuercas hexagonales se ajustaran a la Norma DIN 555.

Para determinar el número y diámetro de los tronillos a emplear en cada unión de barras, se tendrá en cuenta los esfuerzos máximos a que van a estar sometidos. Algunas partes de la estructura estarán soldadas.

La disposición adoptada para las crucetas será del tipo doble circuito en todos los apoyos, estando constituidas por perfiles angulares de acero normalizados, con coeficientes de seguridad idénticos a los empleados en los apoyos.

#### 1.2.5.1.- PROTECCIÓN DE SUPERFICIES

Todos los apoyos tendrán protección de superficie a base de galvanizado en caliente. El galvanizado se hará de acuerdo con la norma UNE21.006.

Según la Norma citada, la cantidad mínima de zinc será de 5 gramos por decímetro cuadrado de superficie galvanizada.

La superficie presentara una galvanización lisa, adherente, uniforme, sin discontinuidad y sin manchas.

#### 1.2.5.2.- DIMENSIONES DE LOS APOYOS.

Los apoyos serán metálicos galvanizados de celosía realizados por un fabricante autorizado como POSTEMEL, para esta tensión y conductores, y en función de las necesidades técnicas de cada ubicación se han elegido los distintos apoyos.

Nota: para elegir correctamente el fabricante de postes, hay que comprobar que los apoyos a instalar soporten los esfuerzos solicitados.

La altura útil en cada uno de los puntos de reparto se ha adaptado para conseguir, como mínimo las distancias reglamentarias al terreno y superar los demás obstáculos.

En cada cantón se ha adoptado una catenaria de flecha máxima correspondiente a las condiciones de flecha más desfavorable, de calma y 50° C en zona A.

### 1.2.5.3.- NUMERACIÓN Y PLACAS DE PELIGRO

Según lo que se estable en el apartados 7 del Art. 12 del R.L.A.T., todos los apoyos llevarán una placa de señalización de peligro eléctrico, situada a una altura visible y legible desde el suelo, pero sin acceso directo desde el mismo, con una distancia mínima de 2,5 m

Todos los apoyos irán numerados, según el criterio establecido, de principio a fin de línea, de tal forma que la numeración sea visible desde el suelo.

### 1.2.5.4.- TOMAS DE TIERRA

Las puestas a tierra se realizarán teniendo en cuenta lo indicado en los Art. 12.6 y 26 de R.L.A.T.

En todos los apoyos la unión a tierra se hará de forma especificada, de manera que pueda garantizar una resistencia de difusión mínima y de larga permanencia.

Se cuidará la protección de los conductores de conexión a tierra, en las zonas inmediatamente inferior y superior al terreno, de manera que queden protegidos contra golpes, para lo cual el paso del cable de tierra a través del macizo de cimentación se efectuará por medio de un tubo introducido en el momento de hormigonado. El extremo superior del tubo quedará sellado con poliuretano expandido o similar, para impedir la entrada de agua, evitando así tener agua estancada que favorezca la corrosión del cable de tierra.

Las tomas de tierra se realizarán con picas: se dispondrán tantas picas como sean necesarias para obtener una resistencia máxima de  $20 \Omega$ , conectadas entre si y al apoyo, y separadas como mínimo 3 metros. El extremo superior de la pica, quedará como mínimo a 0,5 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas y el apoyo. La pica estará constituida por un electrodo de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, provisto de una punta forjada, para facilitar su penetración en el terreno.

### 1.2.5.5.- CIMENTACIONES

Se constituirá la cimentación del apoyo con hormigón en masa, calidad H-200, y deberá cumplir lo especificado en la Instrucción par el Proyecto y la Ejecución de obras de Hormigón en masa o armado EHE-98.

Se proyectara la cimentación de acuerdo con la naturaleza del terreno, cuyas características, caso de no realizar los ensayos adecuados, vendrán definidas por los valores reflejados en los documentos a continuación relacionados, de acuerdo con el tipo de cimentación y el método de cálculo empleado.

Cimentación monobloque, constituida por único bloque de hormigón en la que se empotrara la parte inferior del apoyo.

El método de cálculo seguido es el de Sulzbelger, que confía la estabilidad de la cimentación a las reacciones horizontales y verticales del terreno. Los valores de los coeficientes empleados en este método son los indicados en el apartado 4 del Art. 31 del R.L.A.T.

No se admitirá un ángulo de cimentación cuya tangente sea superior a 0,01, para alcanzar el equilibrio de las acciones que produzcan el máximo momento de vuelco. Sobre esta cimentación se hará la correspondiente peana.

Se comprobara el coeficiente de seguridad teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en los artículos 31 y32, del R.L.A.T., especialmente en lo referente al incremento del 25% de los coeficientes de seguridad.

La relación entre el esfuerzo de la fundación y el esfuerzo de arranque a que se sometida, no será inferior a los siguientes valores.

Hipótesis normal	1,5
Hipótesis seguridad reforzada	1,875
Hipótesis anormal	1,2

Sobre cada una de las cimentaciones se hará una peana de hormigón de 25 cm de altura para proteger la entra da de anclaje en el cimientto.

Las diversas cimentaciones se muestran en los planos correspondientes, indicándose los volúmenes de excavación y hormigonado. Para su dimensionamiento se ha considerado un terreno de 20° de Ángulo de arrancamiento y un coeficiente de comprensibilidad CT=8.

### 1.3.- LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION

#### 1.3.1.- TRAZADO

La línea subterránea proyectada tiene su origen en el apoyo nº 5 proyectado y finaliza en el centro de transformación proyectado.

La longitud en el centro de transformación proyectada es de 52 metros.

La construcción y montaje de la red subterránea, objeto de este proyecto, se realiza siempre con la preceptiva licencia municipal, de acuerdo con lo que dispongan las Ordenanzas Municipales de cada Ayuntamiento, en cuanto a la coordinación de servicios en el subsuelo urbano, por lo que no se producen interferencias entre los mismos y quedando así resueltos los posibles problemas de paralelismos y cruzamientos.

#### 1.3.2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

Los cables que se instalan son del tipo aislamiento seco, campo radial, apantallados, construidos para una tensión 18/30 kV.

Los circuitos se compondrán de tres conductores unipolares de aluminio, cuyas características son:

• Sección	240 $mm^2$
• Tensión nominal	18/30 kV
• Tensión máxima de utilización	36 kV
• Tensión de ensayo a 50 Hz	70 kV
• Tensión de ensayo con onda tipo rayo	170 kV
• Intensidad admisible al aire (40°C)	435 A
• Intensidad admisible enterrado (25°C)	415 A
• Límite térmico en el conductor (T=250°C 1s)	22,3 kA
• Límite térmico en pantalla (T=160°C 1s)	2,9 kA
• Material de aislamiento	XLPE (8 mm espesor)
• Cubierta color rojo	Poliolefina (2mm espesor)
• Diámetro aparente conductor (cuerda)	17,8-19-2 mm
• Radio mínimo de curvatura	620 mm

### 1.3.2.1.- AISLAMIENTO

Está constituido por un dieléctrico seco extruido, de polietileno reticulado químicamente (XLPE), de espesor radial 8 mm, adecuado a la tensión nominal del cable, de excelentes características dieléctricas, térmicas, y de gran resistencia a la humedad.

Las características térmicas del polietileno reticulado permiten que el conductor trabaje permanentemente a 90°C, temperatura máxima admisible para este conductor y este tipo de aislamiento.

### 1.3.2.2.- PANTALLAS ELECTRICAS

Las pantallas envolventes, conductoras o semiconductoras, que componen estos cables con función de protección eléctrica son:

#### 1.3.2.2.1.- PANTALLA SOBRE EL CONDCUTOR

Su misión es confinar el campo eléctrico, dentro de una superficie cilíndrica equipotencial lo más uniformemente posible, eliminando las irregularidades de los alambres. A tal fin, se dispone sobre el conductor, una capa semiconductora, termoestable y extruida, de espesor medio mínimo de 0,5 mm, y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

Sin esta pantalla, el aislamiento quedaría sujeto a distintos gradientes de potencial.

#### 1.3.2.2.2.- PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO

Constituida por una parte semiconductora no metálica, asociada a una parte metálica.

La parte semiconductora tiene la misión análoga a la pantalla sobre el conductor.

La parte metálica tiene por misión conducir a tierra las corrientes de capacidad, que puedan producirse en los cortocircuitos. Está constituida por flejes de cobre recocido, de espesor 0,1 mm, aplicados en hélice.

Como protección eléctrica se emplea la puesta a tierra por ambos extremos de esta pantalla metálica.



### 1.3.2.3.- CUBIERTA EXTERIOR NO METÁLICA

La cubierta exterior está constituida por una mezcla termoplástica a base de PVC del tipo ST (2), según UNE 21.123, de color rojo.

El espesor nominal de la cubierta estará de acuerdo con la tensión nominal del conductor y la sección del mismo, siendo este caso de 2 mm

### 1.3.2.4.- TENDIDO

El tendido se efectúa en zanja, que se abrirá en el terreno por todo su recorrido, con una profundidad necesaria en cada caso para cumplir con las normas particulares de la empresa distribuidora de energía de la zona elegida para el proyecto. En nuestro caso Endesa Distribución.

El cable se tendera bajo tubo de polietileno de 200 mm de diámetro, que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Al tender el tubo en la zanja se rodeara de arena en toda su longitud; además se colocara una placa de polietileno para protección de cables y cintas de señalización que advertirán de la existencia de cables eléctricos por debajo de ellas.

Cuando discurren por calzada los tubos irán hormigonados.

La conexión de los extremos de cable se hará mediante conjuntos unipolares encintados, adecuados al conductor y a la tensión de servicio.

### 1.3.2.5.- ARQUETAS DE REGISTRO

Se instalaran arquetas en los cambios de dirección y cada 40 metros en las alineaciones.

Las arquetas de registro se construirán rectangulares con paredes de ladrillo de 24 cm de espesor o prefabricadas.

### 1.3.2.6.- CINTAS DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO

Como aviso y para evitar el posible deterioro que se pueda ocasionar al realizar las excavaciones en las proximidades de la canalización debe señalizarse por una cinta de atención a 10 cm como mínimo sobre los cables, a una profundidad mínima de 15 cm y una profundidad máxima de 30 cm.

El material, dimensiones, color, etc. de la cinta de señalización será el indicado en la Norma UNE48.103

### 1.3.3.- EMPALMES Y TERMINALES

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo la norma UNE 21.115.75

En los puntos de unión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes adecuados a las características de los conductores a unir. Estos empalmes podrán ser enfiabiles, retractiles en frío o con relleno de resina. Los empalmes no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable empalmado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud
- El aislamiento del empalme ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.
- El empalme debe estar protegido para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad

Las piezas de empalme y terminales serán de compresión. Los terminales serán de tipo enchufables y apantallados de acuerdo con la norma UNE-EN 50.180.

### 1.3.4.- PUESTA A TIERRA

En las redes subterráneas de media tensión se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de elementos de maniobra y protección
- Apoyo
- Auto válvulas o pararrayos
- Envolturas o pantallas metálicas de los cables

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea. En caso de líneas de longitud superior a 10 km entre dos puestas a tierras consecutivas, será necesario conectar a tierra las pantallas en un empalme intermedio.

Los elementos que constituyen el sistema de puesta a tierra son:

1. Línea de tierra.
2. Electrodo de puesta a tierra.

#### *1.-línea de tierra*

Está constituida por conductores de cobre o su sección equivalente en otro tipo de material. En función de la corriente de defecto y la duración del mismo, las secciones mínimas del conductor a emplear por la línea de tierra, a efectos de no alcanzar su temperatura máxima se deducirá según la expresión siguiente.

$$S \geq \frac{I_d}{\alpha} \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}}$$

En donde

$I_d$  = corriente de defecto [A]

$t$  = tiempo de duración de la falta en segundos

$\alpha$  (Para  $t \geq 5$  sg) = 13 para conductor de cobre; 4,5 para conductor de acero

$\Delta\theta = 160^\circ$  para conductor aislado.  $180^\circ$  para conductor desnudo

Una vez calculada la sección, en nuestro caso para una  $I_d$  más desfavorable de 1000 A se elegirá de las normalizadas, el valor igual o inmediatamente superior al calculado que es de  $5,73 \text{ mm}^2$ . En ningún caso, esta sección será inferior a  $50 \text{ mm}^2$  para el cobre y  $100 \text{ mm}^2$  para el acero.

Los conductores a utilizar cumplirán con las normas UNE 21011/1 y UNE 21012 para el caso de cobre y la UNE 21019 para el uso del acero.

## *2.-Electrodos de puesta a tierra*

Estarán constituidos por picas, pudiendo ser estas de las siguientes clases:

- Picas de acero con protección catódica según UNE 20003.
- Picas de acero-cobre según norma UNE 21056.

#### 1.4.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El edificio, destinado a C.T., será de tipo modular prefabricado. El centro estará ubicado en una caseta destinada únicamente a esta finalidad.

El material empleado en la fabricación de las piezas es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se obtienen unas características óptimas de resistencias y una perfecta impermeabilización.

La propia armadura de mallazo eletrosoldado garantizara la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura eléctrica superior a  $10000 \Omega$  (RU 1303<sup>a</sup>). Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre estos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

Los componentes principales que forman el edificio prefabricado se indican a continuación.

##### *ENVOLVENTE*

Estará diseñada de tal forma que se garantiza una total impermeabilidad u equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente estarán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja tensión. Estos orificios serán partes debilitadas del hormigón que se romperán (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

##### *SUELOS*

Están constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos están tapados con unas placas metálicas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se disponen unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

### *CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE*

La cuba de recogida de aceite estará integrada en el propio diseño del hormigón. Tiene una capacidad de mínima de 650 litros, estando así diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que este se derrame por la base.

En la parte superior habrá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

### *PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN*

Las puertas y rejillas estarán constituidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hace muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos

Las puertas serán abatibles teniendo un mecanismo mediante bisagras para que se puedan abrir 180° hacia el interior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

## 1.4.2.- ALIMENTACIÓN

El centro está conectado a la red por la línea subterránea proyectada.

## 1.4.3.- TRANSFORMADOR

Se instalara un transformador de refrigeración natural en baño de aceite, con regulación en el devanado primario mediante dispositivo de conmutador a accionar sin tensión, cumpliendo la recomendación UNESA 5201.

Características del transformador

- Potencia 400 kVA
- Tensión primaria 20 kV
- Tensión secundaria B2

## 1.4.4.- DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN

Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disipador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

### 1.4.5.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CELDAS

Las celdas empleadas serán modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envoltorio metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

Los compartimentos diferenciados son los siguientes:

1. Compartimento de aparellaje
2. Compartimento del juego de barras
3. Compartimento de conexión de cables.
4. Compartimento de mando
5. Compartimento de control

Características:

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| ▪ Tensión asignada                                    | 24 kV                       |
| ▪ Tensión soportada entre fases y entre fase y tierra |                             |
| ▪ A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto           | 50 kVef.                    |
| ▪ A impulso tipo rayo                                 | 125 kV cresta.              |
| ▪ Intensidad asignada en funciones de línea           | 400 A                       |
| ▪ Intensidad asignada en interruptor automat.         | 400 A                       |
| ▪ Intensidad asignada en rupfusibles                  | 200 A                       |
| ▪ Intensidad nominal de corta duración (1sg)          | 16 kAef                     |
| ▪ Valor de cresta de la intensidad nominal admisible  | 40 kA                       |
| ▪ Grado de protección de la envoltorio                | IP307 según<br>UNE 20324-94 |
| ▪ Puesta a tierra                                     |                             |

**Nota:** Como se puede comprobar el valor de cresta de la intensidad nominal admisible es 2,5 veces la intensidad en corta duración.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

#### 1.4.6.- CELDAS DE LÍNEA

Las líneas acometerán a unidades de celdas modulares  $SF_6$ , conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A
- Interruptor seccionador de corte en  $SF_6$  de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en  $SF_6$ .
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas están preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de  $240 \text{ mm}^2$ .

#### 1.4.7.- CELDAS DE MEDIDA

Celda de tipo modular  $SF_6$  de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 transformadores de intensidad de relación 15/5A, 10 VA, CL. 0.5S,  $I_{th} = 200 I_n$ , gama extendida 150 % y aislamiento 24 kV
- 3 transformadores de tensión unipolares, de relación 22000:V3/110:V3, 25 VA, CL. 0.5S.  $F_t = 1,9$  y aislamiento 24 kV.

#### 1.4.8.- CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Sera del tipo modular de  $SF_6$ , con interruptor automático, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para la conexión superior con celdas adyacentes.
- Seccionador de  $SF_6$  de 400 A, tensión de 24 kV y de 16 kA
- Mando manual de acumulación de energía.
- Interruptor automático de corte en  $SF_6$ , tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA, con bobina de disparo a emisión de tensión 220 Vca, 50 Hz.
- 3 captadores de intensidad 20 A para la alimentación del relé.
- Mando RI de actuación manual.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas

- Embarrado de puesta a tierra
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas debajo de los fusibles).
- Enclavamientos por cerradura impidiendo maniobrar en carga el seccionador

Esta celda estará preparada para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de  $240 \text{ mm}^2$ .

#### 1.4.9.- CELDA DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR

Será del tipo modular en  $SF_6$ , con interruptor y fusibles combinados, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para la conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador de  $SF_6$  de 400 A, tensión de 24 kV y de 16 kA.
- Mando manual de acumulación de energía.
- 3 cortocircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica, de 24 kV y calibre adecuado.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas debajo de los fusibles).
- Enclavamiento por cerradura impidiendo el cierre del seccionador de puesta tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda no se ha cerrado previamente.
- Relé par la protección homopolar asociado a la celda de protección. Se asociara a un toroidal, que provocara la apertura del interruptor cuando se detecte una corriente homopolar superior o igual al umbral de sensibilidad preseleccionado (0,5 a 100 A por medio de 12 umbrales) y después de la temporización definida (de 0,1 a 10 sg).

Esta celda está preparada para la conexión inferior del cable unipolar seco.



#### 1.4.10.- INTERCONEXIÓN CELDA A.T- TRANSFORMADOR.

La unión de la celda de protección con las bornas del transformador se realizará mediante cable seco RHZ1 18/30 kV, de  $1 \times 150 \text{ mm}^2$  de Al.

En los extremos de los cables conexionados en las celdas, y transformador se utilizarán cono prefabricados con sus respectivos adaptadores y terminales conectándose la pantalla del cable en sus dos extremos a la tierra de herrajes.

#### 1.4.11.- PUESTA A TIERRA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Estarán conectados a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectara, constituyendo el colector de tierras de protección.

Independientemente se conectara a tierra el neutro del transformador.

Las tierras interiores del centro de transformación tiene la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizara con cable de  $50 \text{ mm}^2$  de cobre desnudo, formando un anillo. Este cable conectara a tierra los elementos e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con grado de protección IP 545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección están separadas una distancia mínima de 1 m.

Desde las bornas de comprobación hasta la primera pica de la tierra de servicio, se usaran conductores de cobre aislados a 0,6/1 kV, protegidos mecánicamente mediante tubo con grado de protección mecánico mínimo 7, según UNE-EN 50.102

#### 1.4.12.- CUADRO DE BAJA TENSIÓN

Es el elemento de la instalación al que tienen que llegar los conductores de baja tensión procedentes del transformador, y del que parten las diferentes líneas de distribución.

Dicho cuadro deberá estar homologado por la Compañía Eléctrica suministrador y sus elementos principales se describen a continuación:

---

CT interior y línea de 20kV de conexión a red existente para suministro a instalaciones provisionales de obra de Almazara en Guadalén el término municipal de Vilches provincia de Jaén

- Unidad funcional de control: estará situada en la parte superior del modulo de acometida. Compuesto por una puerta fabricada a base de material aislante que garantice un aislamiento en todos y cada uno de los elementos entre partes activas y el bastidor del cuadro de 10 kV a 50 Hz y 20 kV a onda tipo rayo. En esta puerta van instalados los elementos que constituyen la unidad de control y que son los homologados por la Compañía Eléctrica.
- Unidad funcional de seccionamiento: constituida por cuatro conexiones de pletinas deslizantes que podrán ser maniobradas fácil e independientemente con una sola herramienta aislada.
- Unidad funcional de embarrado: constituida por dos tipos de barras: barras verticales de llegada que tienen como misión la conexión eléctrica entre los conductores procedentes del transformador y el embarrado horizontal; y barras horizontales o repartidoras que tendrán como misión el paso de la energía procedente de las barras verticales par ser distribuida en las diferentes salidas. La intensidad nominal de cada una de las salidas será de 400 A.
- Unidad funcional de protección: constituida por 4 salidas de líneas, provistas cada una de ellas de tres cartuchos fusibles de A.P.R., que irán en zócalos tripolares de 400 A de intensidad nominal.

#### 1.4.13.- PUENTES DE BAJA TENSION

La interconexión del transformador al Cuadro General de Distribución ser realizará con cables unipolares de aluminio, designación RV 0,6/1 kV Al, según normas UNE 21.630/5H. Se emplearan cuatro conductores de  $240 \text{ mm}^2$  por fase, y dos de  $240 \text{ mm}^2$  para el neutro.

Designación RV 0,6/1 kV  $240 \text{ mm}^2$  Al.

• Sección nominal	$240 \text{ mm}^2$ .
• Tensión nominal	0,6/1 kV
• Tensión de ensayo a 50 Hz	3,5 kV
• Tensión de ensayo tipo rayo	20 kV
• Intensidad admisible al aire (40° C)	420 A
• Intensidad admisible enterrado (25° C)	430 A
• Límite térmico	22,3 kA (T=250° C)
• Material de aislamiento	XLPE
• Material cubierta	ST2

#### 1.4.14.- ALUMBRADO

En el interior del centro de transformación se instalarán un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma y manera que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

#### 1.4.15.- VENTILACIÓN

La ventilación del centro de transformación se realizara de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

Estas rejillas estarán construidas de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales como partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

#### 1.4.16.- MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Las celdas modulares de  $SF_6$  dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la norma UNE 20.099, y que son los siguientes:

1. Solo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
2. El cierre del seccionador de puesta a tierra solo será posible con el interruptor abierto
3. La apertura del panel de acceso al compartimento de cables solo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
4. Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

#### 1.4.17.- MECANISMOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89B.

## 2.- MEMORIA DE CÁLCULO

### 2.1.- CÁLCULOS ELECTRICOS LINEA AÉREA M.T

#### 2.1.1.- DENSIDAD MÁXIMA

La densidad máxima de corriente, en régimen permanente, para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz, se deducen de la tabla de y coeficientes de reducción, contenidos en el Art. 22, del R.L.A.T.

Para el conductor del presente proyecto y según el Capítulo V, apartado 5.4.1 de las Normas Particulares y Condiciones Técnicas de Seguridad 2005, dicho valor es de:

$$\delta = 3,7 \frac{A}{mm^2}$$

#### 2.1.2.- INTENSIDAD MÁXIMA

La intensidad máxima admisible en este conductor será de:

$$I_{adm} = \delta \cdot S = 3,7 \frac{A}{mm^2} \cdot 54,6 mm^2 = 202 A$$

#### 2.1.3.- REACTANCIA

La reactancia kilométrica de la línea se calcula según la expresión:

$$X = w \cdot L = 2 \pi f \cdot L [\Omega/Km] \quad (1)$$

Siendo L el coeficiente de autoinducción:

$$L = \left(0,5 + 4,605 \log \frac{D}{r}\right) \cdot 10^{-4} [H/Km] \quad (2)$$

Con lo que:

$$X = 2 \pi f \cdot \left(0,5 + 4,605 \log \frac{D}{r}\right) \cdot 10^{-4}$$

$$X = 0,0314 \cdot \left(0,5 + 4,605 \log \frac{D}{r}\right) \cdot 10^{-4}$$

Donde

X= Reactancia, en Ohmios por kilometro

f = Frecuencia de la red, en Hertzios

$D$  = Separación media geométrica entre conductores en mm

$r$  = Radio del conductor, en mm= 4,725 mm

El valor de  $D$  lo determinaremos a partir de las distancias  $D_1, D_2, D_3$  entre conductores, que proporciona el montaje de la cruceta elegida.

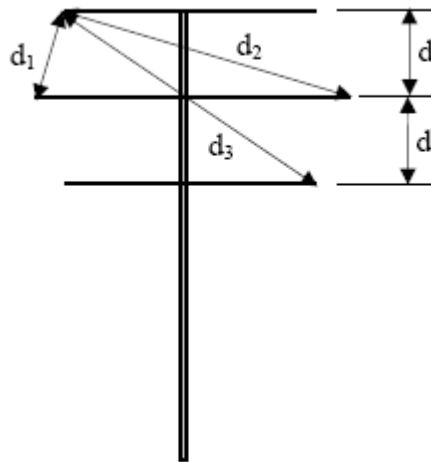
$$D = \sqrt{D_1 \cdot D_2 \cdot D_3} \quad (3)$$

Para líneas dobles, la separación media geométrica entre fases, se calcula mediante las formulas.

$$D_1 = \frac{\sqrt{D_{12} \cdot D_{12}' \cdot D_{13} \cdot D_{13}'}}{D_{11}'}, \quad D_2 = \frac{\sqrt{D_{21} \cdot D_{21}' \cdot D_{23} \cdot D_{23}'}}{D_{22}'},$$

$$D_3 = \frac{\sqrt{D_{31} \cdot D_{31}' \cdot D_{32} \cdot D_{32}'}}{D_{33}'}$$

Siendo  $D_{ij}'$  la separación entre las fases  $i$  y  $j$



Para la separación media geométrica entre conductores y el radio del conductor, que nos ocupa, la  $D= 1,706$  metros por lo que la reactancia valdrá:  $0,342 \Omega/Km$

## 2.1.4.- POTENCIA MAXIMA ADMISIBLE

### 2.1.4.1.-POTENCIA MAXIMA ADMISIBLE CALENTAMIENTO

La potencia que podrá transportar viene delimitada, en primer lugar, por la intensidad máxima antes referida y en segundo lugar, por la caída de tensión

La máxima potencia que podrá transportar cada circuito de la línea está limitada por la intensidad admisible. Una vez que tenemos esta condición el cálculo será el siguiente:

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{adm} \cdot \cos\phi \quad (4)$$

Sustituyendo valores

CONDUCTOR	U [kV]	$I_{adm}$ [A]	$P_{max}$ [MW] $\cos\phi = 0,8$	$P_{max}$ [MW] $\cos\phi = 0,9$	$P_{max}$ [MW] $\cos\phi = 1$
LA- 56	20	202	5,598	6,298	6,997

Tabla VIII: Potencia máxima admisible por calentamiento

## 2.1.5.- CAIDA DE TENSION

Calcularemos la caída de tensión en % por resistencia y la reactancia de la línea, (despreciando la influencia de la capacitancia). No debe superar el 5 % previsto como factor de diseño, en una distancia L (en Km), para la tensión de servicio. Se estima un factor de potencia  $\cos\phi = 0,8$  ( $\sin\phi = 0,6$ ). Se calcula:

$$\Delta U \% = (\Delta U / U) \cdot 100 \quad (5)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I (R \cos\phi + X \sin\phi) \cdot L \cdot 10^{-3} \quad (6)$$

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot U \cos\phi) \quad (7)$$

Siendo:

$\Delta U$  %= Caída de tensión.

U = tensión de línea en kV.

$\Delta U$  = Caída de tensión entre principio y final en kV.

P= Potencia a transportar en kW.

$\cos\phi$  = Factor de potencia.

I= Intensidad de línea en A

$L$ =longitud de la línea en Km= 0,524

$R$ = resistencia del conductor en  $\Omega/Km = 0,6878$

$X$ = Reactancia de la línea en  $\Omega/Km = 0,342$

Una vez que tenemos todos estos datos lo único que nos falta es sustituir en  $\Delta U = 0,049$

### 2.1.6.- PERDIDA DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia por efecto de Joule, en la línea, vienen dadas por:

$$\Delta U = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2 \cdot 10^{-3} \quad (8)$$

Donde:

$\Delta P$ = Caída de potencia en kW

$R$  = Resistencia por fase del conductor en  $\Omega/Km = 0,6878$

$L$ =longitud de la línea en Km= 0,524

$I$ = Intensidad de línea en A  $\rightarrow I = P/(\sqrt{3} \cdot U \cos\phi$

Teniendo en cuenta que:

$P$ = potencia, en kW. a transportar

$U$  = tensión de línea en kV

$\cos\phi$  = Factor de potencia

La pérdida de potencia en tanto por ciento (%) será

$$\Delta P \% = \Delta P / P \cdot 100 = (3 \cdot R \cdot L \cdot I^2) / 10 \cdot P =$$

$$= (3 \cdot R \cdot L \cdot P^2) / 10 \cdot P \cdot 3 \cdot U^2 \cdot \cos^2$$

$$\Delta P \% = P \cdot R \cdot L / 10 \cdot U^2 \cdot \cos^2$$

$$\Delta P \% = 0,05 \%$$



### 2.1.7.- AISLADORES

Para calcular los aisladores se ha realizado en función de la línea de fuga según Norma UNE 21062. La línea discurre por una zona sin contaminación ambiental, luego la línea de fuga es 2-2.5 cm/kV.

Teniendo en cuenta que se van a utilizar aisladores del tipo U40BS, con una línea de fuga de 18,5 cm.

$$long\ total_{L.F} = U \cdot 2 = 20 \cdot 2 = 40\ cm$$

El número total de aisladores N será:

$$N = Long\ Total_{L.F} / L.F_{aislador} = 40 / 18,5 = 2,16 \quad (9)$$

Elegimos el número entero inmediatamente superior que será:

**3 aisladores**

Se tiene que cumplir el Art.25 del R.L.A.T.

$$d_{min} = 0,1 + \left(\frac{U}{150}\right) = 0,23\ m \quad (10)$$

En nuestro caso, como tenemos 3 aisladores con un paso de 100mm, obtenemos:

$$d_{min} = 0,30\ m$$

### 2.1.8.- PUESTA A TIERRA DEL APOYO DE SECCIONAMIENTO

Para el tipo de terreno donde se va a realizar la instalación de puesta a tierra se ha estimado una resistividad del terreno de 120  $\Omega\text{m}$  (pt), según ITC MIE RAT 13 apartado 4.1.

Para la puesta a tierra del apoyo de seccionamiento se utilizará la configuración de sistema de anillo cerrado dominador de potencial, constituido por cable de cobre desnudo de 50  $\text{mm}^2$  de sección, enterrado a una profundidad mínima de 0,5 m en una zanja cuadrada de 3x3 m de lado mínimo y en el que se instalaran cuatro electrodos en forma de pica de acero cobreado de 14x2000 mm situados diametralmente opuestos en el anillo.

$$\text{Si } Kr = 0,110 \rightarrow Rt = Kr \cdot pt = 0,110 \cdot 120 = 13,2\ \Omega \quad (11)$$

La resistencia de puesta a tierra tiene que tener un valor de 13,2  $\Omega$

## 2.2.- CALCULOS ELECTRICOS DE LINEA SUBTERRANEA M.T

La tensión más elevada, para la que ha sido diseñado este cable y sus accesorios, es de 36 kV eficaces, que supera a la más elevada de la red trifásica en la que va a ser utilizado.

La tensión soportada a los impulsos tipo rayo es de 170 kV cresta.

La tensión soportada a frecuencia industrial es de 70 kV eficaces.

### 2.2.1.- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.

La intensidad admisible calculada para una temperatura máxima en el conductor de 90° C, en régimen permanente, estando enterrado a una profundidad superior a 70 cm y una temperatura ambiente del terreno, a dicha profundidad, de 25° C, es de 415 A

En nuestro caso, al tratarse de una terna de cables en el interior de un mismo tubo, se deberá aplicar un factor de corrección de 0,8, con lo que la intensidad máxima admisible será

$$I_{adm} = 415 \cdot 0,8 = 332 \text{ A}$$

### 2.2.2.- POTENCIA MÁXIMA ADMISBLE

La potencia máxima admisible vendrá dada por la fórmula:

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{adm} \cdot \cos\phi$$

En la que

$I_{adm}$  = Intensidad máxima admisible

$U$  = Tensión de línea

$\cos\phi$  = Factor de potencia.

CONDUCTOR	U [kV]	$I_{adm}$ [A]	$P_{max}$ [MW] $\cos\phi = 0,8$	$P_{max}$ [MW] $\cos\phi = 0,9$	$P_{max}$ [MW] $\cos\phi = 1$
RHZ1 240	20	332	9,201	10,351	11,501

Tabla IX: Potencia máxima admisible

### 2.2.3.- CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO

Teniendo en cuenta los datos del suministro, determinaremos la intensidad de cortocircuito que deberá soportar el conductor y la pantalla.

#### 2.2.3.1.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR

Según las normas particulares de la empresa de distribución de la zona (para nuestro caso particular Endesa Distribución) la intensidad asignada de corta duración que circulara por el conductor, al producirse un cortocircuito, será de 16 kA para la red de media tensión cuando se encuentra cerca de la subestación, dado que este es el dato más desfavorable que usaremos como criterio de diseño.

De acuerdo con las Norma UNE 20.435, la intensidad de cortocircuito admisible para un tiempo de duración del cortocircuito fase-fase de 1 sg, a una temperatura de 250°C alcanzada por el conductor, supuesto que todo el calor desprendido durante el proceso de cortocircuito es absorbido por el propio conductor, para una conductor de aluminio de 240 mm<sup>2</sup>, es de:

- Limite térmico en el conductor (T= 250°C 1sg) 22,3kA>16kA

La intensidad de cortocircuito soportada por el conductor es superior a la que se produce.

#### 2.2.3.2.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA

La intensidad de cortocircuito que circulará por la pantalla, al producirse un cortocircuito fase-tierra, corresponde a la intensidad de defecto a tierra, que según los datos de la red de suministro será de 300 A.

De acuerdo con la norma UNE 20.435, la intensidad de cortocircuito admisible para un tiempo de duración del cortocircuito fase- tierra de 1sg, a una temperatura de 160°C alcanzada por la pantalla, para una pantalla de 16mm<sup>2</sup>,es de:

- Limite térmico en el conductor (T= 160°C 1sg) 2,9kA>0,3kA

La intensidad de cortocircuito soportada por la pantalla es superior a la que se produce.

## 2.3.- CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 2.3.1.- INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (12)$$

Siendo

$S$  = Potencia aparente del transformador en kVA

$U$  = Tensión de línea primaria en kV

$I_p$  = Intensidad primaria en A

Sustituyendo valores obtenemos que la intensidad es

S	U	$I_p$
400	20	11,55

Tabla X: Intensidad Alta Tensión.

### 2.3.2.- INTENSIDAD BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria en el transformador, será:

$$I_s = \frac{S - W_{Fe} - W_{Cu}}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (13)$$

Siendo:

$S$  = Potencia aparente del transformador en kVA

$W_{Fe}$  = Pérdidas en el hierro

$W_{Cu}$  = Pérdidas en el cobre

$U$  = Tensión de línea secundaria en kV

$I_s$  = Intensidad secundaria en A

Sustituyendo valores obtenemos los siguientes obtenemos los siguientes resultados para cada transformador.

S	$W_{Fe} + W_{Cu}$	U (kV)	$I_s$
400	5,53	0,4	569,37

Tabla XI: Intensidad baja tensión

La intensidad admisible, calculada una temperatura máxima en el conductor RV 0,6/1 kV 1x240 mm<sup>2</sup> Al de 90°C, en régimen permanente, estando al aire y una temperatura ambiente de 40°C, es de 420 A. En nuestro proyecto tenemos tres conductores por fase, por lo que la intensidad máxima admisible es de 1260 A, superior al máximo requerido.

### 2.3.3.- CORTOCIRCUITOS

#### 2.3.3.1.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN ALTA TENSIÓN

Según las normas particulares de la empresa distribuidora de energía (en nuestro caso Endesa Distribución) la intensidad asignada de corta duración que circulara por el conductor, al producirse un cortocircuito, será de 8 kA, al tratarse de una red aérea alejada de la subestación.

#### 2.3.3.2.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión).

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s} \quad (14)$$

S = Potencia aparente del transformador en kVA

$U_{cc}$  = tensión porcentual de cortocircuito del transformador = 4%

$U_s$  = Tensión secundaria en carga en V

$I_{ccs}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

Sustituyendo valores obtenemos el siguiente resultado:

S (kVA)	$U_{cc}$	U (kV)	$I_{ccs}$ (kA)
400	4%	0,4	14,43

Tabla XII: Intensidad cortocircuito baja tensión

### 2.3.4.- PROTECCIONES EN ALTA TENSIÓN.

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que se tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 sg es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Siguiendo lo especificado en las normas particulares de la empresa de distribución (Endesa Distribución) especificadas en su reglamento interno en el cual la intensidad nominal será

Potencia del transformador S (kVA)	Intensidad nominal fusible de A.T (20 kV)
400	40 A

Tabla XIII: Límite de protección en alta del fusible

### 2.3.5.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T PREFABRICADO

Conforme normas específicas de la empresa de distribución (Endesa Sevillana distribución) para los edificios prefabricados no es necesariamente aplicable las normas restringidas ya que estos edificios deben haber superado los correspondientes ensayos, incluidos los de ventilación.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aires utilizaremos la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{Fe} + W_{Cu}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta t^3}} \quad (15)$$

$W_{Fe}$  = Pérdidas en cortocircuito del transformador en kW

$W_{Cu}$  = Pérdidas en vacío del transformador en kW

$h$  = Distancia vertical entre centros de rejillas = 1,5 m

$\Delta t$  = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, considerándose en este caso un valor de 15° C.

$S_r$  = superficie mínima de la reja de entrada de ventilación del transformador.

Sustituyendo valores para la potencia de 1000 kVA, del mayor transformador que se pueda instalar, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Perdidas $W_{Fe} + W_{Cu}$ (kW)	$S_r$ mínima ( $m^2$ )
1000	12.2	1,79

Tabla XIV: Superficie de la reja de entrada del sistema de ventilación

Se dispondrá, para cada transformador, de 2 rejillas de ventilación para la entrada de aire situadas en la parte lateral inferior de dimensiones 900 x 762 mm cada una y otra rejilla en la parte inferior de la puerta de dimensiones 1314 x 730 mm, consiguiendo así una superficie de ventilación para cada transformador de  $2,33 m^2$ .

Se instalará un ventilador en la impulsión con un caudal superior al necesario según cálculos, el retorno será de manera natural.

### 2.3.6.- DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Potencia de transformador	Volumen mínimo del foso
400 kVA	300 litros

Tabla XV: Volumen pozo apagafuegos

Se dispondrá de un foso de recogida de aceite de 650 litros de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

### 2.3.7.- CÁLCULOS PUESTA A TIERRA

Para el cálculo de la puesta a tierra, nos basaremos en el método propuesto por UNESA titulado “METODO DE CALCULO Y PROYECTO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA PARA CENTROS DE TRANSFORMACION DE TERCERA CATEGORIA” que pasamos a desarrollar.

### 2.3.7.1.- DATOS DE PARTIDA

Los datos suministrados por Endesa Sevillana Distribución Eléctrica S.L, sobre los defectos a tierra son los siguientes.

- Intensidad máxima de defecto a tierra: 300 A
- Tiempo máximo de desconexión: 1 s

Para el tipo de terreno donde se va a realizar la instalación de puesta a tierra, se ha estimado la resistividad del terreno de  $120 \Omega \cdot m$ ; según ITC MIE RAT 13 apartado 4,1.

### 2.3.7.2.- TENSION DE PASO Y DE CONTACTO

Los valores de las tensiones de paso y contacto máximas admisibles, en la instalación se calcularán a partir de las expresiones dadas en el Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, ITC MIE RAT 13 apartado 1.1.

- Tensión de paso en el exterior al C.T máxima admisible

$$V_p = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6\rho_t}{1000}\right) \quad (16)$$

- Tensión de paso en el acceso al C.T máxima admisible:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3\rho_t + 3\rho_s}{1000}\right) \quad (17)$$

- Tensión de contacto exterior máxima admisible

$$V_c = \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5\rho_s}{1000}\right) \quad (18)$$

Donde

$\rho_s$  = Resistividad del suelo acceso al C.T.

$\rho_t$  = Resistividad del terreno

$k = 78,5$  y  $n = 0,18$  para tiempos comprendidos entre 0,9 y 3 sg

$t$  = Duración de la falta en segundos.

Sustituyendo valores y considerando  $\rho_s = 3000 \Omega \cdot m$ ;  $\rho_t = 120 \Omega \cdot m$  pavimento del C.T construido por una losa de hormigón.

$$V_p = 1350 V$$

$$V_{p(acc)} = 8133 V$$

$$V_c = 432 V$$



### 2.3.7.3.-SISTEMA PUESTA A TIERRA CENTRO TRANSFORMACIÓN.

#### 2.3.7.3.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

De acuerdo con los datos de partida anteriormente consignados y basándonos en las configuraciones tipo presentados en el Anexo 2 de método de cálculo propuesto por UNESA, se adopta la siguiente configuración:

Sistema de anillo cerrado dominador de potencial, constituido por cable de cobre desnudo de  $50 \text{ mm}^2$  de sección, enterrado a una profundidad de 0,8 m en una zanja rectangular de 4 x 3,5 m de lado mínimo y en el que se instalaran cuatro electrodos en forma de pica de acero cobreado de  $\phi 14 \times 2000 \text{ mm}$  situados diametralmente opuestos en el anillo.

Según la configuración tipo de electrodos de tierra escogido, el método de cálculo para P.A.T en el C.T de UNESA, nos proporciona constantes unitarias para el cálculo de la resistencia de tierra, tensión de contacto y tensión de paso.

- Rectángulo: 4 x 3,5 m
- Sección conductor:  $50 \text{ mm}^2$
- Diámetro picas: 14 mm
- Longitud de la pica: 2 m
- Profundidad: 0,8 m
- N° de picas: 4
- $K_r = 0,092$
- $K_p = 0,0152$
- $K_c = 0,0468$

#### *Resistencia a tierra*

El valor de la resistencia a tierra será:

$$R_t = K_r \cdot \rho_t = 0,092 \cdot 120 = 11,04 \, \Omega \quad (19)$$

#### *Tensiones de paso y contactos*

Para los diferentes cálculos, se ha considerado como intensidad de defecto la máxima aportada como dato por la compañía distribuidora (ENDESA Sevillana), de 300 A

*Tensión de paso en el exterior máxima real:*

$$V_p = K_p \cdot \rho_t \cdot I_{\text{defecto}} = 0,0152 \cdot 120 \cdot 300 = 547 \text{ V} \quad (20)$$

*Tensión de contacto máxima real:*

$$V_c = K_c \cdot \rho_t \cdot I_{defecto} = 0,0468 \cdot 120 \cdot 300 = 1685 \text{ V} \quad (21)$$

Siguiendo la recomendación UNESA citada para estos cálculos, la tensión de paso de acceso al C.T. máxima real cuando existe una malla equipotencial es equivalente al valor de la tensión de contacto exterior máxima real, cuando existe una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra, por lo tanto:

$$V_{p(acc)} = V_c = 1685 \text{ V}$$

El valor obtenido de la tensión de contacto es superior al máximo admitido por el reglamento, por tanto se deberá recurrir a la adopción de las medidas complementarias que a continuación se especifican.

### **Medidas de seguridad Complementarias**

A la vista de los resultados obtenidos para las tensiones de contacto, se adoptan las siguientes medidas complementarias de acuerdo con lo establecido en el apartado 2.2 de la MIE RAT 13:

1. Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos y averías.
2. En el primer piso se instalara un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m. Este mallazo se conectara como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceda a un aparte que pueda quedar en tensión de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se recubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo
3. Todas las estructuras metálicas, estarán unidas entre si y centralizadas en un borne de conexión
4. Se dispondrá el suficiente número de rótulos avisadores con instrucciones adecuadas en las zonas peligrosas y existirá a disposición del personal de servicio, medios de protección tales como guantes y banqueta.

### 2.3.7.3.2.- PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Una vez definido el sistema de puesta a tierra de protección, es posible calcular el potencial absoluto que se llega a alcanzar en caso de defecto.

$$V_d = R_t \cdot I_d = 15,6 \, \Omega \cdot 300A = 4680 \, V \quad (22)$$

Tensión superior a 1000 V, por lo tanto es necesario disponer de una toma separada para el neutro del transformador, con el fin de no transferir tensiones peligrosas a las personas, bienes o instalaciones eléctricas.

El sistema de puesta tierra del neutro del transformador, tendrá la siguiente disposición.

- Tres picas de acero cobreado de  $\phi$  14 mm y 2000 mm de longitud, separadas entre sí 3m y línea de enlace aislada de  $50 \, mm^2$  de sección de cobre, y enterradas a una profundidad de 0,8 m

Según la configuración tipo de electrodos de tierra escogido, el Método de Cálculo para P.A.T. en centros de transformación de UNESA, nos proporciona la constante unitaria  $K_r$  para el cálculo de la resistencia a tierra:

- Picas en hilera
- Sección del conductor:  $50 \, mm^2$
- Diámetro de las picas: 14 mm
- Longitud de la pica: 2 m
- Separación entre picas: 3 m
- Profundidad: 0,8 m
- N° de picas: 3

Para estos datos  $K_r = 0,130$

Por tanto la resistencia a tierra del neutro del transformador será:

$$R_{t \text{ neutro transformador}} = 120 \, \Omega \cdot 0,130 = 15,6 \, \Omega \quad (23)$$

Valor inferior a  $20 \, \Omega$ , el cual es el valor máximo que establece el Método de Cálculo mencionado.

### 2.3.7.3.3.- SEPARACIÓN ENTRE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

De acuerdo con la Instrucción ITC-BT-18 Apdo. 11; referente a la separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización en baja tensión y de las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización de baja tensión y de las masas de un Centro de Transformación, se ha verificado una perfecta separación entre ambos sistemas, que son eléctricamente independientes al cumplirse todas las condiciones que determina la referida Instrucción.

En el Método de Cálculo propuesto por UNESA y según lo indicado por las Instrucciones ITC-BT-19 apartado 2.9 y ITC-BT-18; se adopta el valor de 1000 V como la máxima diferencia de potencial que puede aparecer en la puesta a tierra del neutro y cualquier otro electrodo o elemento conductor. Esto obliga a dejar una separación mínima entre los electrodos de protección y de servicio que viene dada por la siguiente expresión:

$$D = \frac{\rho_t \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} = \frac{120 \cdot 300}{2000 \cdot \pi} = 5,7m \quad (24)$$

### 2.3.7.3.4.- CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE TIERRA

Para el calcular la sección de los conductores de protección necesaria para soportar las necesidades térmicas ocasionadas por las corrientes de corta duración, se utiliza la expresión siguiente, según EN 60439-1 y UNE 20460 90:

$$S_p = \frac{\sqrt{I_d^2 \cdot t}}{k} = \frac{\sqrt{300^2 \cdot 1}}{143} = 2,1 \text{ mm}^2 \quad (25)$$

En donde

$S_p$ : Sección del conductor de protección en  $\text{mm}^2$

$I_d$ : Valor eficaz de la corriente de defecto que puede atravesar el dispositivo de protección por un defecto de impedancia despreciable, en A.

$t$ : Tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte, en segundos;

$k$ : Factor cuyo valor depende de la naturaleza del conductor de protección de los aislamientos y de las temperaturas inicial y final.

Para un conductor de cobre, con aislamiento de PVC en el caso más desfavorable, el valor de  $k$  es de 143; según establecen EN 60439-1; tabla B.1 y UNE

20-460-90; tabla 54B, dicho valor es inferior al establecido para los conductores de protección en el presente Proyecto, que es  $50 \text{ mm}^2$ .

## 2.4.- CALCULOS MECANICOS DE LA LINEA AEREA M.T

### 2.4.1.- DATOS PRELIMINARES

Del perfil de la línea trazada se obtienen los siguientes datos:

APOYO		LONG. VANO		COTA DEL TERRENO	ÁNGULO	SEGURIDAD REFORZADA
N	FUNCION	ANTERIOR	POSTERIOR			
1	Fin de línea		20,00	5,00		
2	Fin de línea	20,00	167,00	5,00		
3	Alineación	167,00	169,67	5,00		
4	Amarre	169,67	167,67	5,00		
5	Fin de línea	167,67	195,12	5,00	163,97	

Tabla XVI: Datos preliminares de la línea

### 2.4.2.-CÁLCULO DEL CONDUCTOR

El cálculo mecánico de los conductores se realiza teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión en los conductores, habiéndose tomado un coeficiente de seguridad de 3. Para el vano flojo se ha tomado un coeficiente de seguridad de 16,68.
  - LA-56:  $Tara_{m\acute{a}x} = 556 \text{ Kg}$
  - LA-56:  $Tara_{m\acute{a}x}(\text{vano flojo}) = 100 \text{ Kg}$ .
- Que la tensión de trabajo de los conductores a la temperatura media de la zona, de  $15^{\circ} \text{ C}$ , sin sobrecarga alguna, no exceda del 15% de la carga de rotura, elegido por seguridad contra los fenómenos vibratorios como límite superior del T.C.D:
  - LA-56:  $Tara (15^{\circ} \text{ C}) = 250 \text{ Kg}$

Al estar en zona A, altura inferior a 500 metros, las hipótesis a considerar serán las definidas por el R.L.A.T. en su artículo 27, apdo. 1; calcularemos también las flechas máximas en las hipótesis indicadas en el apdo. 3 del mismo artículo.

El siguiente cuadro resume dichas hipótesis.

ZONA A			
Hipótesis		Condición	
		Temperatura (° C)	Sobrecarga
Tracción máxima		-5° C	Viento 60 $Kg/m^2$
Flecha máxima	Viento	15° C	Viento 60 $Kg/m^2$
	Temperatura	50° C	Ninguna
	hielo	0° C	Ninguna
T.C.D		15° C	Ninguna

Tabla XVII: Hipótesis definidas por el R.L.A.T. Art. 27 apdo. 1 y apdo. 3

Mediante la ecuación de cambio de condiciones determinaremos las tensiones horizontales en cada una de las hipótesis propuestas:

$$t_2 \cdot \frac{I_1}{E} - \sqrt{d^2 + 4 \cdot \frac{t_2^2}{m_2^2 \cdot P_0^2} \cdot sh^2 \left( \frac{m_2 \cdot P_0 \cdot a_0}{2 \cdot t_2} \right)} = t_1 - \frac{I_1}{E} - I_1 \cdot [(\theta_1 - \theta_2) \cdot \alpha + 1] \quad (26)$$

Siendo:

$E$  = Modulo de elasticidad teórico

$d$  = Desnivel en metros.

El desnivel se considerara cero para tramos de línea con desniveles menores al 20% de longitud de los vanos.

$A$  = coeficiente de dilatación lineal.

$I_1$  = Longitud correspondiente al vano de regulación para las hipótesis de tracción máxima en metros.

$$I_1 = \sqrt{d^2 + \left[ 2 \cdot h \cdot sh \left( \frac{a_2}{2 \cdot h} \right) \right]^2} \quad (27)$$

$a_0$  = Vano de regulación en metros

$$a_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_i^3}{\sum_{i=1}^n a_i}} \quad (28)$$

El vano de regulación de cada tramo de línea comprendido entre dos apoyos de anclaje, se obtendrá en cada caso aplicando la siguiente expresión:

Donde  $a_1$  son las longitudes de los vanos que constituyen dichos tramos. En el caso de vanos muy desnivelados (con desnivel mayor del 20% de su longitud), los

apoyos que los delimitan son siempre de anclaje, por lo que el vano de regulación coincide con el vano real.

$P_0$  = Peso propio del cable dividido por la sección.

Para el cable LA-56:  $P_0 = P/S = 3,46 \text{ kg/mm}^2$

**Valores de los parámetros para que se presente la hipótesis de tracción máxima admisible.**

$t_1$  = Tensión horizontal correspondiente a la hipótesis de tracción máxima en  $\text{kg/mm}^2$

Esta tensión la determinaremos de forma iterativa aplicando las expresiones siguientes:

$$T_{max} = t_1 \cdot S \cdot ch\left(\frac{x_s}{h}\right) \text{ siendo } h = \frac{t_1 \cdot S}{m_1 \cdot P} \quad (29)$$

$x_s$  = Coordenada horizontal del punto de engrape más alto del vano.  
En vados nivelados,  $x_s$  será un medio del vano de regulación.

$\theta_1$  = Temperatura en las condiciones de tracción máxima =  $-5^\circ \text{ C}$

$m_1$  Es el factor de sobrecarga en la hipótesis de tracción máxima =  $P_1 / P$

$$m_1 = \frac{\sqrt{P^2 + (P_v \cdot \phi)^2}}{P} \quad (29)$$

Donde  $P$  y  $\phi$  son el peso y el diámetro del conductor respectivamente.

LA-56;  $m_1 = 3,164$ ;

$P_1 = 0,598 \text{ Kg}$

**Valores de los parámetros para que se presenten las hipótesis de flechas máximas.**

$t_2$  = Tensión horizontal correspondiente a la hipótesis de trabajo en  $\text{kg/mm}^2$ ; es el dato que tratamos de determinar.

$\theta_2$  = Temperatura de la hipótesis de trabajo, indicada en la tabla anterior.

$m_2$  = Factor de sobrecarga en la hipótesis de trabajo =  $P_2 / P$

$$m_2 = \frac{\sqrt{P^2 + (P_v \cdot \phi)^2}}{P} \quad (30)$$

Donde  $P$  y  $\phi$  son el peso y el diámetro del conductor respectivamente.

$$LA-56; m_2 = 3,164;$$

$$P_2 = 0,598 \text{ Kg}$$

#### Hipótesis de temperatura

$$m_2 = 1. \text{ No hay sobrecarga}$$

$$LA-56: P_2 = P = 0,189 \text{ Kg/m}$$

#### Hipótesis de hielo

$$m_2 = 1. \text{ No hay sobrecarga}$$

$$LA-56: P_2 = P = 0,189 \text{ Kg/m}$$

#### Hipótesis de T.C.D.:

$$m_2 = 1. \text{ No hay sobrecarga}$$

$$LA-56: P_2 = P = 0,189 \text{ Kg/m}$$

Determinadas las tensiones horizontales de todos los vanos de regulación en las hipótesis propuestas, calcularemos con ellas las flechas que se producen en cada uno de los vanos de la línea, para dichas hipótesis de carga. La exposición que nos da la flecha es:

$$f = d + h \cdot ch\left(\frac{2a_0 - a}{2h}\right) + \frac{d}{a_0} \left[ h \cdot \operatorname{argsh}\left(\frac{d}{a_0}\right) - \frac{a}{2} \right] - h \cdot ch\left[\operatorname{argsh}\left(\frac{d}{a_0}\right)\right] \quad (31)$$

Donde  $h$  se toma ahora el valor

$$h = \frac{t_2 \cdot S}{m_2 \cdot P}$$

$a$  = Vano ficticio, que será igual al de regulación en el caso de vanos nivelados.

$$a = a_0 + -2h \cdot \operatorname{argsh}\left[\frac{d}{2 \cdot h \cdot sh\left(\frac{a_0}{2h}\right)}\right] \quad (32)$$

En la hipótesis de viento, debiendo a la acción que este ejerce sobre los conductores, la flecha obtenida estará inclinada, formando un ángulo con la vertical. La flecha vertical en este caso vendrá dada entonces por la expresión:

$$f_v = f \cdot \cos \beta \quad (33)$$



$$\beta = \arctg\left(\frac{P_v \cdot \theta}{P}\right) \quad (34)$$

Sustituyendo los valores de la ecuación anterior, obtenemos que el ángulo de desviación:

$$\text{LA-56: } \beta = 71,66^\circ$$

A continuación se presentan la tabla con los resultados de flechas máximas y tensiones en cada vano de regulación y las tablas de tendido:

VANO (m)	-5° C		0° C		10° C		15° C		15° +V		20° C		30° C		40° C		50° C		-5° +V	
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
20,00	36	0,26	33	0,29	29	0,33	27	0,35	80	0,38	26	0,36	23	0,41	22	0,43	20	0,47	100	0,30
168,35	248	2,66	237	2,78	217	3,04	208	3,17	508	4,24	200	3,30	186	3,54	175	3,77	165	4,00	556	3,77
168,35	248	2,74	237	2,78	217	3,14	208	3,27	508	4,26	200	3,40	186	3,66	175	3,89	165	4,13	556	3,89
167,67	249	2,67	237	2,80	217	3,06	208	3,19	508	4,16	200	3,32	187	3,55	175	3,80	165	4,03	556	3,80

Tabla XVIII: Tendido LA-56 –TENSE (5° C +V)=556Kg – T.C.D (15%) = 250 Kg

## 2.4.3.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD

### 2.4.3.1.- DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO.

Una vez determinadas las condiciones de tendido, disponemos de los datos necesarios para calcular la altura mínima de cada apoyo según su situación en la línea, teniendo en cuenta que la distancia mínima, en las condiciones de flecha máxima, de los conductores al terreno será la establecida en el Art. 25, apdo 1 del R.L.A.T., de acuerdo con la formula:

$$H = 5,3 + \frac{U}{150} \quad (35)$$

$$H = 5,3 + \frac{20}{150} = 5,3 + 0,15 = 5,43 \text{ m}$$

Como mínimo quedaran situados a 6 m del terreno, en las condiciones de flecha máxima. En el proyecto, esta distancia se ha mantenido superior a los 7 metros tal y como se indica en las normas Particulares y Condiciones Técnicas de Seguridad 2005.

### 2.4.3.2.- DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SI.

En el apartado 2 del Art 25, se establece que la separación entre conductores se determinara por la ecuación:

$$D = \frac{U}{150} + K \cdot \sqrt{F + L} \quad (36)$$

Siendo:

$D$  = separación mínima entre conductores, en m

$U$  = tensión mínima de la línea, en kV

$K$  = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.

Al ser  $\beta = 71,66^0$  y la línea de 3ª categoría,  $K$  tomara el valor  $K = 0,65$

$F$  = Flecha máxima, en m

$L$  = Longitud en metros, de la cadena de suspensión

En la cadena de amarre o aisladores rígidos  $L = 0$

Aplicando la fórmula para cada vano obtendremos la distancia mínima  $D$  para cada cruceta, que tendrá que ser menor que la distancia  $d$  adoptada.

Apoyo	Cruceta	F(m)	L(m)	D(m)	d(m) Adoptada
1	Fin de línea	0,47		0,58	1,80
2	Fin de línea	4,13		1,45	1,50
3	Alineación	4,26	0,5	1,55	2,00
4	Amarre	4,26		1,47	1,50
5	Fin de línea	5,54		1,66	2,00

Tabla XIX: Distancia mínima de cada cruceta

#### 2.4.3.3.- DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES A LAS EDIFICACIONES

Según el Art. 162, apdo. 3 del R.D 1955/2000, queda prohibida la construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la proyección de los conductores extremos sobre el terreno, considerando los conductores desviados por la acción del viento, incrementada con las distancias reglamentarias a ambos lados de dicha proyección.

Siendo las distancias reglamentarias, según el Art. 35.2 del R.A.T, de 5 metros sobre los puntos accesibles a personas y de 4 metros sobre los puntos no accesibles.

Según se puede observar en el plano, no existen edificaciones en la franja definida por la proyección de los conductores sobre el terreno, desviados por la acción del viento incrementada una distancia de 4 metros.

## 2.4.5.- CÁLCULO DE LOS APOYOS

### 2.4.5.1.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Tipo de apoyos	1ª hipótesis Viento	3ª hipótesis Desequilibrios de tracciones	4ª hipótesis Rotura de conductores
Alineación	Carga Permanente	Carga permanente	Carga permanente
	Viento	Deseq. Tracciones	
Anclaje	Carga Permanente	Carga permanente	Carga permanente
	Viento	Deseq. Tracciones	
Angulo	Carga Permanente	Carga permanente	Carga permanente
	Viento	Deseq. Tracciones	
	Resultante Angulo		
Fin de línea	Carga Permanente		Carga permanente
	Viento		
	Deseq tracciones		

Tabla XX: Hipótesis de cálculo de apoyos

### 2.4.5.2.-CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS DE LOS APOYOS

Las condiciones para el cálculo de los esfuerzos en los apoyos han sido fijadas en el R.L.A.T para la zona A y los tipos de apoyos de la línea. Según estas hipótesis, los esfuerzos para cada tipo de apoyo vienen reflejados en la tabla adjunta, indicándose para cada apoyo el esfuerzo solicitado según cálculos y el máximo que soporta el apoyo seleccionado según datos del catalogo del fabricante.

Apoyo		Esfuerzos verticales		Esfuerzos horizontales					
		Hip. 1ª		Viento (Hip 1ª)		Desq (Hip 3ª)		Torsión (Hip 4ª)	
Nº	Tipo	Solicitado	Fabricante	Solicitado	Fabricante	Solicitado	Fabricante	Solicitado	Fabricante
1	C-4500-18-R.U.S. – DC-1,8-N	13	200	112	822	-	907	100	1672
2	C-18-3600-DC-1,5-N-POSTEMEL	39	200	615	631	-	727	556	1305
3	C-18-840-DC-2-N-POSTEMEL	39	200	101	149	44	193	-	539
4	C-18-1400-DC-1,5-N-POSTEMEL	35	200	108	269	278	304	556	653
5	C-29-4500-DC-2-RI-POSTEMEL	114	600	425	799	278	888	556	1970

Tabla XXI: Cálculo de los esfuerzos de los apoyos

### 2.3.5.3.- CIMENTACIONES

Serán de hormigón en masa y se han calculado teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en los artículos 31 y 32, del R.A.T., especialmente en lo referente al incremento del 25% de los coeficientes de seguridad.

El momento de fallo a vuelco del apoyo es:

$$M_v = F \cdot H + \frac{2}{3} \cdot h \quad (38)$$

La formula de Sulzberger, que da el momento estabilizador, tiene la expresión:

$$M_e = 0,139K \cdot a \cdot h^4 + 0,88 \cdot a^3 \cdot h + 0,4 \cdot P \cdot a \quad (39)$$

Donde:

K = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m de profundidad,  $Kg/cm \times cm^2$

P = peso del apoyo, aislamiento y conductores, en Tm

a, b, h = Medidas de la cimentación, en m

H = altura del punto de aplicación del esfuerzo útil al suelo (m)

**Los valores de “K” se toman del cuadro que figura en el R.L.A.T., Art 31, apartado 3.**

El coeficiente de seguridad, resultante entre el momento estabilizador y el momento de fallo al vuelco, no será inferior al 1,5.

### 2.4.5.4.- APOYOS SELECCIONADOS

APOYO		Denominación	Altura útil (m)	CRUCETAS				FUNDACIONES K = 8			
Nº	Función			c (m)	e (m)	f (m)	d (m)	h (m)	a (m)	Exc	Horm
1	Especial	C-4500-18-R.U.S. –DC-1,8-N	11,86	1,25	1,25	1,25	1,80	2,79	1,19	3,95	4,23
2	Fin de línea	C-18-3600–DC-1,5-N-POSTEMEL	12,60	1,10	1,22	1,13	1,50	2,65	1,52	6,12	6,58
3	Alineación	C-18-840–DC-2-N-POSTEMEL	12,20	1,00	1,14	1,08	2,00	2,05	1,16	2,76	3,03
4	Amarre	C-18-1400–DC-1,5-N-POSTEMEL	13,05	1,08	1,18	1,10	1,50	2,20	1,34	3,95	4,31
5	Especial	C-29-4500–DC-2-RI-POSTEMEL	22,35	1,10	1,24	1,17	2,00	2,90	2,10	12,79	13,67

Tabla XXII: Apoyos seleccionados

### 3.- CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

En la línea aérea objeto de este proyecto se producen los siguientes cruzamientos

#### 3.1.- PARALELISMO CON LÍNEAS ELÉCTRICAS

Según lo establecido en el Art. 34, Apartado 1 del R.A.T. siempre que sea posible, se evitara la construcción de línea paralela de transporte o de distribución de energía eléctrica, a distancias inferiores a 1,5 veces de altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos. Se exceptuaron de la anterior prescripción, las zonas de acceso a centrales generadoras y estaciones transformadoras.

Se mantendrá una distancia entre la línea próxima de 25 metros

Nº APOYO	$H_{\text{libre de apoyo}}$	$1,5 \cdot H_{\text{libre}}$	Distancia	Cumple
1	16,06	24,09	25	SI
2	15,6	23,40	25	SI
3	16,20	24,30	25	SI
4	16,05	24,08	25	SI

Tabla XXIII: Cumplimiento de la mínima distancia entre líneas paralelas

El apoyo 5 lo consideramos de cruce pues en el vano siguiente del circuito que continúa a la Almazara cruza con la línea aérea que teníamos el paralelismo.

#### 4.- CONCLUSIÓN

Expuestas en este Proyecto las razones que justifican la necesidad del montaje de dicha instalación, y descritos todos los elementos constructivos y de cálculo necesarios para su ejecución en la presente Memoria, se solicitará, si fuera necesaria, la Aprobación y Autorización del proyecto para su ejecución y posterior puesta en servicio por los Organismos competentes.

Para la realización de este proyecto se han cumplido las normas vigentes impuestas por el Reglamento de Líneas de Alta Tensión (RLAT), las normas particulares establecidas por la compañía suministradora, en este caso Endesa Sevillana y las normas medioambientales como son es el decreto avifauna para la conservación de los animales de la zona.

El fin de la línea es dar suministro eléctrico a una Almazara creada para satisfacer las necesidades alimentarias del pueblo y posible explotación para comercio exterior del Aceite de Oliva Virgen y los productos derivados. Con esto se consigue una explotación de los recursos de la zona con el consiguiente enriquecimiento económico.

ANEJO N° 1

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

## INDICE

1.- OJBETIVO.....	6
1.1.- UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA .....	6
1.1.1.- OBRA CIVIL.....	6
1.1.2.- ACOPIO.....	6
1.1.3.- ARMADO E IZADO .....	6
1.1.4.- TENDIDO.....	6
2.- DEFINICIONES .....	7
3. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD .....	8
4.- OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	8
4.1 RESPONSABLE DE SEGURIDAD DE LA EMPRESA CONTRATISTA .....	9
5.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	10
6.- OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA FASE DEL PROYECTO DE OBRA .....	11
7.- OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	11
8. REUNIÓN DE LANZAMIENTO.....	12
9.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	12
10.- PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA .....	13
11.- IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS PAR LA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS DE M.T .....	14
12.- NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LAS OBRAS .....	14
13.- TIPOS DE PORTECCIONES.....	16
13.1 PROTECCIONES PERSONALES .....	16
13.1.1.- PROTECCIONES DE LA CABEZA .....	16
13.1.2.- PROTECCIONES DEL CUERPO .....	16
13.1.3.- PROTECCIONES EXTREMIDADES SUPERIORES.....	16
13.1.4.- PROTECCIONES DE EXTREMIDADES INFERIORES .....	17
13.2 PROTECCIONES COLECTIVAS .....	17
14.- PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD APLICABLES .....	17
14.1 TRABAJOS EN ANDAMIOS .....	17



14.2.- TRABAJOS CON ESCALERA DE MANO .....	18
14.4.- HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS Y LAMPARAS PORTATILES.....	19
14.6.- TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN EN TENSIÓN.....	20
14.7.- TRABAJOS CON MANIOBRAS EN APARATOS DE BAJA TENSIÓN. ....	20
14.8.- TRABAJOS CON MANIOBRA EN EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN .....	21
14.9.- ACOPIO DE MATERIALES .....	21
14.10.- LIMPIEZA, PODA Y TALA DE ARBOLADO .....	22
14.11.- MOVIMIENTOS DE TIERRAS, EXCAVACIONES DE ZANJAS .....	22
14.12.- IZADO Y HORMIGONADO.....	30
14.13.- TENDIDO .....	31
14.14.- TRABAJOS DE REPASO Y GRANETEADO.....	33
14.15.- TRABAJOS DE PROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS .....	33
14.16.- TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE LÍNEAS PÚBLICAS.....	33
16.1.- RECONOCIMIENTOS MÉDICOS .....	35
16.2.- PRIMEROS AUXILIOS .....	35
17.- SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS TRABAJOS.....	35
18.1.- ZANJAS .....	36
18.2.- SEÑALIZACIÓN.....	37
18.2.1.- SEÑALES DE PROHIBICIÓN .....	37
18.2.2.- SEÑALES DE OBLIGACIÓN.....	38
18.2.3.- SEÑALES DE ADVERTENCIA .....	39
18.2.4.- SEÑALES DE SALVAMENTO Ó SOCORRO .....	40
18.2.5.- SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS.....	40
18.2.6.- SEÑALES GESTUALES .....	41
18.3.- SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO.....	43
18.4.- DUMPERS .....	44
18.5 ESLINGAS .....	45
18.6 ESCALERAS.....	46
18.7.- PUESTA TIERRA.....	47
19.- CONCLUSIÓN .....	48

## INDICE TABLAS

Tabla 1: distancia mínima entre fases.....	26
Tabla 2: Elección del tipo de entibación .....	27
Tabla 3 Determinación de la altura máxima admisible para taludes libres de solicitaciones .....	28
Tabla 4: Altura máxima admisible H máx. en m* (Valores intermedios se interpolarán linealmente) .....	29
Tabla 5: Determinación de la distancia de seguridad (S en fig. 5) para cargas próximas al borde de una zanja .....	30

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Esquema de altura máxima.....	28
Ilustración 2: Esquema de H máxima para taludes con sollicitaciones .....	29
Ilustración 3: Esquema de distancia de seguridad para cargas próximas al borde de una zanja.....	30
Ilustración 4: Talud natural.....	36
Ilustración 5: Distancias de seguridad .....	36
Ilustración 6: Distancias de seguridad y colocación de paneles con pértiga.....	37
Ilustración 7: Señales de prohibición.....	37
Ilustración 8: Señales de obligación .....	38
Ilustración 9: Señales de advertencia.....	39
Ilustración 10: Señales de salvamento y socorro.....	40
Ilustración 11: Señales de equipos contra incendios .....	40
Ilustración 12: Gestos generales .....	41
Ilustración 13: Movimientos verticales .....	41
Ilustración 14: Movimientos horizontales .....	42
Ilustración 15: Señales de Peligro .....	42
Ilustración 16 : Cintas de balizamiento .....	43
Ilustración 17: Elementos para desvío del tráfico .....	43
Ilustración 18: Esquema de las partes de un dumper.....	44
Ilustración 19: Tabla de circunstancias peligrosas con un dumper .....	44
Ilustración 20: Tipos de eslingas .....	45
Ilustración 21: De Izq. a dcha.: 19.1 aplicación de guardacabos, 19.2 cantoneras de protección, 19.3 necesidad de evitar ramales cruzados .....	45
Ilustración 22: Diferentes tipo de escaleras manuales.....	46
Ilustración 23: Correcta elevación de una escalera .....	46
Ilustración 24: Inmovilización de la parte superior .....	46
Ilustración 25: Puesta tierra de los apoyos. Perfil y planta respectivamente.....	47

## 1.- OJBETIVO

El objetivo de este documento es dar cumplimiento a lo establecido por el Real Decreto 1.627/1997, de 24 de octubre, que establece en el marco de la Ley 31/1.995, de 8 de Noviembre, por lo que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

En base a este estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

### 1.1.- UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

#### 1.1.1.- OBRA CIVIL

Consiste en la realización de la excavación y hormigonado.

La explanación del terreno donde se ubicaran las patas de las torres se realizara preferentemente con maquinaria frontal.

La excavación se realizara por medios mecánicos, manuales o combinados.

#### 1.1.2.- ACOPIO

Los materiales a instalar, provenientes de los suministradores, se descargarán con medios mecánicos.

Se clasificarán y almacenarán en la campa que cada adjudicatario determine en ubicación estable y allí serán reenviados a cada punto de trabajo.

#### 1.1.3.- ARMADO E IZADO

En esta fase se realiza la unión de las piezas (barras y cartelas) mediante tornillos formando paneles o módulos que luego serán izados y ensamblados en alturas o bien se armara toda la torre en el suelo para ser izada.

#### 1.1.4.- TENDIDO

En esta fase se procederá al regulado y engrapado y colocación de componentes en los conductores.

## 2.- DEFINICIONES

Proyectista: el autor, por encargo del promotor, de la totalidad o parte del proyecto de la obra

Dirección facultativa: el técnico o técnicos, competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Contratista: la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar en su totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

El contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos provisionales en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

Trabajador autónomo: la persona física distinta del contratista, que realiza de forma personal directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena tendrá la consideración del contratista o subcontratista.

Cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista respecto de aquello

Coordinador de la materia de seguridad y salud durante la fase del proyecto de obra: el técnico competente designado por el promotor para coordinar durante la fase del proyecto de obra, la aplicación de los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud que se mencionan en el apartado 6 del presente documento. Sólo será necesario el nombramiento de esta figura cuando exista más de un proyectista, en la realización de la obra

Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para llevar a cabo las tareas indicadas en el apartado 6 de este estudio.

### 3. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

1.- Cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en donde se analicen, estudien y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio básico en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el presente estudio básico.

2.- el plan de seguridad y salud en el trabajo es la consecuencia de la evaluación de riesgos y la posterior planificación de la actividad preventiva en relación con los puestos de trabajo en obra.

3.- el plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u organismos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

### 4.- OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.

1.- Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

a) Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades de puesta en práctica de los principios generales aplicables durante la ejecución de obra contemplados en el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997

b) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud

c) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV por el Real Decreto 1627/1997 durante la ejecución de la obra.

d) informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que haya de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en obra

e) atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o en su defecto la dirección facultativa.

2.- los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del Apartado 2 del Artículo 42 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.

3.- las responsabilidades de los coordinadores de la dirección facultativa y del promotor no eximan de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

#### 4.1 RESPONSABLE DE SEGURIDAD DE LA EMPRESA CONTRATISTA

La empresa contratista comunicará por escrito y antes del inicio de los trabajos, el nombre del Responsable de Seguridad para los trabajos, bien a tiempo total o compartido, con las siguientes funciones:

- Vigilar que los trabajos se realizan conforme a las normas de seguridad recogidas en este documento
- Motivar a los trabajadores para cooperar en la seguridad de los trabajos
- Detectar condiciones peligrosas y proponer al jefe de obra medidas de solución
- Realizar la investigación de accidentes y aportar soluciones para evitar su repetición
- Efectuar las inspecciones de seguridad
- El responsable de seguridad deberá acreditar una formación en este tema o, en caso contrario, haber superado una etapa de formación específica en seguridad
- Jefe de obra empresa contratista

- La persona que ejerza las funciones de jefe de obra de la empresa contratista garantizara que los trabajadores conocen y aplican los principios de acción preventiva expuestos en el presente documento
- Si existieran empresas subcontratistas, los jefes de obra de estas estarán previamente homologados en seguridad.

## 5.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

### *1. Los trabajadores autónomos estarán obligados a:*

a) Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular a desarrollar las tareas o actividades de puesta en práctica de los principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.

b) Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad establecidas por el Real Decreto 1627/1997 mas las presentes en el presente estudio básico de seguridad

c) Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el Artículo 29, apartados 1 y 2, de Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

d) Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

e) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 8 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los los equipos de trabajo.

f) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

*2.- los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.*



## 6.- OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA FASE DEL PROYECTO DE OBRA

Sus obligaciones serán las siguientes:

1.- De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud previstos en su artículo 15, deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular:

a) Al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollaran simultanea o sucesivamente.

b) Al estimar la duración requerida para la ejecución de estas distintos trabajos o fases del trabajo.

2.- Tener en cuenta cualquier estudio de seguridad y salud o estudio básico, así como las previsiones e informaciones útiles a que se refieren en el apartado 6 del Artículo 5 y el apartado 3 del Artículo 6 del mencionado Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre.

3.- Coordinar la aplicación de lo dispuesto en los apartados anteriores.

## 7.- OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Sus obligaciones serán las siguientes:

1.- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:

a) Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollaran simultanea o sucesivamente.

b) Al estimar la duración requerida para la ejecución de estas distintos trabajos o fases del trabajo.

2.- Coordinar las actividades de obra para garantizar que los contratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los

principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.

3.- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

4.- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5.- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

6.- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas pueda acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.

## 8. REUNIÓN DE LANZAMIENTO

Antes del inicio de los trabajos, se celebrará una reunión de lanzamiento de los trabajos entre los responsables del Departamento entre los Responsables del Departamento de Construcción, las empresas Contratistas y el Dpto. de Seguridad.

Se analizarán los siguientes temas:

- Riesgos en función de los trabajos que se van a efectuar
- Personas con responsabilidad en los trabajos y en la instalación
- Si fuera necesario, se determinarán los descargos que deben ser solicitados y en qué fechas se deben efectuar

## 9.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

1.- Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del Artículo 21 y en el Artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, disponer de la paralización de los trabajos, e su caso, de la totalidad de la obra.

2.- En el supuesto considerado en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de estos

## 10.- PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su Artículo 15 se aplicaran durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

- 1.- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
- 2.- la elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- 3.- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- 4.- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con el objetivo de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- 5.- la delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas
- 6.- recogida de los materiales peligrosos utilizados
- 7.- el almacenamiento y la eliminación o evacuación de los residuos y escombros.
- 8.- las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realicen la obra o cerca del lugar de la obra.
- 9.- las instalaciones de distribución de energía existentes antes del inicio de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

## 11.- IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS PAR LA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS DE M.T

El contratista elaborara un plan de seguridad y salud en el trabajo en donde se analicen, estudien y complementen si son necesarios, los riegos identificados en este apartado.

Numeración según la Guía de Referencia para la identificación y evaluación de riesgos en la industria eléctrica AMYS-UNESA.

1. Caídas de personal al mismo nivel
2. Caídas de personal a distinto nivel
3. Caídas de objetos
4. Desprendimientos, desplomes y derrumbes
5. Choques y golpes
6. Atrapamientos
7. Cortes
8. Proyecciones ( partículas solidas y liquidas)
9. Contactos y arco eléctrico
10. Sobreesfuerzos
11. Ruido
12. Vibraciones
13. Radiaciones no ionizantes
14. Incendios
15. Iluminación
16. Maquinaria automotriz y vehículos
17. Tráfico
18. Incendios
19. Condiciones ambientales del puesto
20. Sepultación
21. Riesgo de cruzamiento con caminos vecinales y carreteras locales

## 12.- NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LAS OBRAS

1. Normas especificas de la construcción
  - ORDEN de 28 de Agosto de 1970, por la que se aprueba la Ordenanza de trabajo de construcción, vidrio y cerámica (BOE 17/10/70)
  - ORDEN de 9 de Marzo de 1971, por el que se aprueba la Ordenanza general de seguridad e higiene en el Trabajo (TITULO II)

- Prescripciones de seguridad e higiene en el trabajo, recogidas dentro de las Normas Tecnológicas de la Edificación NTE como consecuencia del Artículo 1 de la LPRL.
- RD 1627/1997, de 264 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Norma Básica de la Edificación, Condiciones de Protección Contra Incendios en los edificios, NBE-CPI- 96.

## 2. Normas Generales

- Estatuto de los Trabajadores (RDL 1/1995)
- Ley General de la Seguridad Social (RDL 1/1994)
- Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269 de 10 de Noviembre de 1995)
- RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención)
- RD 1407/1992, de 20 de Noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- RD 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- RD 486/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbrantes, para los trabajadores
- RD 664/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 1215/1997, de 18 de Julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

## 3. Normas y reglamentos de las empresas de distribución de energía eléctrica

- RD de 8 de Junio de 2001 sobre condiciones de seguridad y salud frente al riesgo eléctrico.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- Reglamento de Líneas Eléctricas aéreas de Alta Tensión
- Reglamento de condiciones técnicas y garantías de seguridad en CENTRALES ELECTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACION
- Norma ONSE 90.20-1B Gestión y Ejecución de trabajos en instalaciones eléctricas en explotación, de compañía Sevillana de Electricidad

- Prescripciones de Seguridad par Trabajos y Maniobras en Instalaciones eléctricas de AMYS-UNESA.
- Prescripciones de seguridad para Trabajos mecánicos y diversos, de AMYS- UNESA.
- Guía de referencia para la identificación u evaluación de riesgos en la industria eléctrica AMYS- UNESA

Se establecen de uso obligatorio las siguientes medidas de protección y normas para realizar los trabajos.

## 13.- TIPOS DE PORTECCIONES

### 13.1 PROTECCIONES PERSONALES

#### 13.1.1.- PROTECCIONES DE LA CABEZA

Cascos para todas las personas que participen en la obra, incluidos visitantes. Estos cascos irán marcados por las siglas C.E. indicando la función a que van destinados así como el asilamiento eléctrico.

- Protecciones auditivas en zonas de alto nivel de ruido
- Pantalla de protecciones para trabajos de soldadura eléctrica.
- Gafas contra proyección de partículas en trabajos con cortadora de disco o similar.

#### 13.1.2.- PROTECCIONES DEL CUERPO

Cinturones de seguridad para trabajos con riesgo de caída desde una altura de más de 3 metros.

#### 13.1.3.- PROTECCIONES EXTREMIDADES SUPERIORES

- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para trabajos en tensión. Estos serán homologados según la Norma Técnica reglamentaria MT-4. Cada guante deberá llevar en sitio visible un sello con la inscripción: Ministerio de Trabajo, fecha y clase.
- Las herramientas manuales para trabajos en baja tensión estarán homologadas según la norma técnica reglamentaria MT-26 sobre aislamiento de seguridad de las herramientas manuales para trabajos eléctricos en baja tensión.

### 13.1.4.- PROTECCIONES DE EXTREMIDADES INFERIORES

Botas de seguridad de clase III homologada.

### 13.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

Deberán tenerse en cuenta las interferencias con otros grupos de trabajo, sobre todo en lo referente a:

- Maniobras con aparatos eléctricos de BT o AT.
- Para realizar estos tipos de trabajos deben coordinarse con el responsable técnico de los mismos. Este responsable será el único que conceda permisos para cualquier tipo de maniobra que se realice. Son de uso obligatorio elementos que señalicen la zona en que se realicen este tipo de trabajos.
- Apertura de zanjas o socavones que deberán estar convenientemente balizadas.

## 14.- PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD APLICABLES

### 14.1 TRABAJOS EN ANDAMIOS

Cuando los trabajos se realicen en andamios deberán tenerse presentes las siguientes normas:

- La plataforma de trabajo tendrá siempre un ancho mínimo de 60 cm. Y estará construida con tablas de 5 cm de grueso como mínimo
- Nadie permanecerá bajo el andamio mientras esté siendo montado o desmontado
- Los módulos de andamio se arriostraran entre sí mediante cruces de San Andrés y los de la base llevaran además travesaños tubulares a nivel a fin de dar resistencia al conjunto.
- Todas las uniones entre piezas se realizaran según las normas de montaje del modelo empleado, no admitiéndose improvisaciones ni variaciones
- Los andamios con plataforma de trabajo a más de 2 metros de altura o con riesgo de caída de alturas superiores, tendrán el perímetro protegido con barandillas metálicas de 90 cm de altura y rodapié de 15 cm instalado en la vertical del extremo de la plataforma de trabajo, debiéndose sujetar el operario a un punto fijo del mismo mediante un cinturón de seguridad.
- La plataforma de trabajo en andamios, ya sea de madera o metálica, deberá ir perfectamente sujeta al resto de la estructura.

- Se prohíbe trabajar simultáneamente en plataformas superpuestas a distinto nivel.
- Se revisaran todos los elementos de andamio constantemente, en especial tras un tiempo prolongado de inactividad. Se vigilara a su vez el estado de las plataformas de trabajo evitando que estén resbaladizas.
- Todo andamio debe reposar en el suelo firme y resistente. Queda prohibido utilizar cualquier otro elemento que no sea un pie de andamio regulable por la nivelación del mismo.

#### 14.2.- TRABAJOS CON ESCALERA DE MANO

- Antes de utilizar una escalera de mano, el operario deberá comprobar que está en buen estado, retirándola en caso contrario, así como deberá observar las siguientes normas.
- No se utilizaran nunca escaleras empalmadas a no ser que estén preparadas para ello
- Cuando se tenga que usar escaleras en las proximidades de instalaciones en tensión, su manejo será vigilado directamente por el jefe de trabajo, delimitando la zona de trabajo en indicando la prohibición de desplazar la escalera
- No se debe subir una carga de más de 20 kg sobre una escalera no reforzada.
- Las escaleras de mano se deben apoyar en los largueros (nunca en los peldaños) y de modo que el pie quede retirado de la vertical del punto superior de apoyo, a una distancia equivalente a la cuarta parte de la altura
- Las usadas para el acceso a planos elevados, tendrán una longitud suficiente para rebasar en 1 metro el punto superior de apoyo y se sujetarán en la parte superior para evitar que basculen. El ascenso y descenso se hará dando de frente a la escalera
- Cuando no se empleen las escaleras, se deberán guardar al abrigo del sol y de la lluvia. Se barnizaran pero nunca se pintaran
- No se permitirá el uso de la escalera por más de un trabajador y no se transportaran cargas a mano superiores a 25 kg.

#### 14.3.- TRABAJOS EN ALTURA

Para realizar trabajos en altura se tienen que tener en cuenta una serie de condiciones. Siempre habrá que tenerlas en cuenta para realizar dichos trabajos.



- Se deberán usar cinturones de seguridad en todo trabajo que por su elevada situación o cualquier otra causa, presenten peligro de caída de mas de 2 metros.
- El conto de seguridad se debe sujetar en puntos fijos y resistentes, como pueden ser cuerdas sujetas a techos, horquillas metálicas o cualquier otro elemento estructural de la construcción.
- Queda prohibido sujetar el cinto en maquinas o andamios.
- el cinto debe estar siempre ajustado a la cintura y sujeto en puntos que deben estar preferentemente sobre el nivel de la cintura
- siempre que exista la posibilidad de caída libre, emplearan sistemas anticaidas.
- con objeto de que la caída libre sea lo menor posible, se emplearan elementos de amarre de corta longitud y se situara el punto de anclaje por encima del usuario y tan lejos de su cintura como se pueda.

#### 14.4.- HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS Y LAMPARAS PORTATILES

- Los útiles y herramientas eléctricas son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la maquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores.
- La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no excederá de 250 V con relación a tierra y serán de clase II o doble aislamiento.
- Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.
- Las lámparas portátiles empleadas estarán, conforme a las normas UNE 20-417 y 20-419, provistas de reja protectora y tulipa estanca. Cuando se trabaje en lugares húmedos o conductores su tensión de alimentación será inferior a 24 Voltios si no se alimentara por medio de un transformador de separación.

#### 14.5.- TRABAJOS CON CORTADORA DE DISCOS.

- Cuando se utilicen estas maquinas, se deberá comprobar que la protección del disco se encuentra instalada cubriendo como mínimo 1 cm de su parte superior.

- Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.

#### 14.6.- TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN EN TENSIÓN.

En las proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión en tensión o en el interior de celdas en tensión, es obligatorio que el trabajo se haga por parejas de operarios, con el fin de tener mejor vigilancia y mas rápido auxilio en caso de accidente.

#### 14.7.- TRABAJOS CON MANIOBRAS EN APARATOS DE BAJA TENSIÓN.

- No se procederá a ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos. No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal (botas y guantes dieléctricos y pantallas protectoras)
- Cuando se realicen trabajos sin tensión se aislara las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Únicamente se podrá comprobar la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista ningún peligro.

## 14.8.- TRABAJOS CON MANIOBRA EN EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN

- No se procederá a efectuar ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos. El inicio y finalización de los trabajos debe ser comunicado, por escrito, al responsable de los trabajos.
- Los trabajos en las instalaciones eléctricas deberán realizarse siempre sin tensión
- Se prohíbe realizar trabajos en las instalaciones de alta tensión, sin adoptar las siguientes precauciones:
  - Abrir con corte visible, todas la fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo
  - Enclavar o bloqueo, si es posible, los aparatos de corte
  - Reconocer mediante equipo normalizado para ello la ausencia de tensión
  - Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión
  - Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.
- Cuando se trabaje en celdas de protección, queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda, sin cerrarla previamente con el resguardo de protección. En cualquier caso estos trabajos deben realizarse por parejas, con el objeto de tener una mejor vigilancia y más rápido auxilio si fuese necesario.
- En cualquier caso, para cualquier trabajo a realizar en la obra las contratas se atenderán a los dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, en su anexo IV Parte B (Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales) y la Parte C (Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales)

## 14.9.- ACOPIO DE MATERIALES

El capataz encargado de la obra, buscará un lugar adecuado para el acopio de materiales a pie de obra, velando porque se cumplan las medidas de seguridad durante el proceso de descarga de los materiales y que no se interrumpa la circulación, tanto durante el proceso de descarga como que los materiales

almacenados no creen ningún peligro tanto para la circulación de vehículos, animales o personas como para las instalaciones, especialmente líneas eléctricas.

Para la elección del lugar de acopio, se ha de tener en cuenta los siguientes preceptos:

- Se procurará buscar un lugar de fácil acceso, de tal manera que la entrada y salida de vehículos no cree situaciones de riesgo en las vías de acceso y que todas las maniobras se hagan conforme con el código de circulación.
- Se comprobará minuciosamente que en la zona de descarga o almacenamiento no hay líneas eléctricas que puedan, en un momento dado, presentar un peligro, especialmente a personas ajenas, camioneros, etc....
- Los postes se depositarán correctamente, para poder realizar las acciones de estrobo y desestrobo.
- Las bobinas se depositarán correctamente, para poder realizar las acciones de estrobo y desestrobo.

Equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo y traje de agua si es necesario.
- Botas de seguridad.
- Guantes de protección.
- Casco de seguridad.

#### 14.10.- LIMPIEZA, PODA Y TALA DE ARBOLADO

Por la naturaleza del trazado de la línea no se prevén operaciones de limpieza, poda o tala de arbolado.

#### 14.11.- MOVIMIENTOS DE TIERRAS, EXCAVACIONES DE ZANJAS

##### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (sobrecargas en bordes de excavación, inexistencia de taludes, filtraciones de agua, excavación bajo el nivel freático)
- Caída de objetos en manipulación

---

CT interior y línea de 20kV de conexión a red existente para suministro a instalaciones provisionales de obra de Almazara en Guadalén el término municipal de Vilches provincia de Jaén

- Caída de objetos desprendidos (objetos suspendidos con grúas materiales transportados en camiones)
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles sobre maquinarias sin proteger)
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículos (elevación o transporte de personas, caída de maquinas al interior de la excavación)
- Atropellos o golpes por vehículos
- Sobreesfuerzos del personal
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Contactos eléctricos ( contacto de la maquinaria con líneas eléctricas enterradas o aéreas, falta de señalización de la ubicación de líneas enterradas)
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Incendios (por inadecuado almacenamiento del combustible, por rotura de conducciones enterradas)
- Accidentes causados por la fauna de la zona (presencia de parásitos e insectos)
- Exposición a agentes físicos: ruido, vibraciones, etc.

#### Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Gafas de seguridad contra impactos
- Guantes de cuero
- Calzado de seguridad
- Traje impermeable en ambientes húmedos
- Botas impermeables en trabajos en terrenos anegados
- Arnés de seguridad
- Cinturón portaherramientas
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Protector auditivo (para operadores de maquinaria u operarios que trabajen en su proximidad)
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por maquinas o vehículos)

---

CT interior y línea de 20kV de conexión a red existente para suministro a instalaciones provisionales de obra de Almazara en Guadalén el término municipal de Vilches provincia de Jaén

## **Medidas preventivas**

### Previo a los trabajos

En todos los casos se llevara a cabo un estudio previo del terreno para conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrá avalar las características de cortes de terreno

Previamente al comienzo de los trabajos se estudiara las repercusiones del desmonte o terraplén en las áreas colindantes y se gestionara ante las compañías suministradoras de electricidad, agua, gas, etc., información acerca de la existencia o no de tales servicios, tomando las medidas oportunas en su caso.

### Acopio de material

Se impedirá el acopio excesivo de tierras al borde de la excavación, con el fin de evitar las sobrecargas, debiéndose guardar una distancia del borde de la excavación superior a la mitad de la profundidad de esta, y con un mínimo de 1 metro, salvo en el caso de excavación en terreno arenosos en que esa distancia será, por lo menos, igual a la profundidad de la excavación.

### Señalización

Se señalizará mediante cinta (amarilla-negra) o método similar la existencia de taludes, siendo conveniente que se realice a unos 2 m del borde, para evitar la aproximación excesiva de maquinaria pesada que pueda producir un desprendimiento o incluso la caída de la máquina.

### Protección colectiva

Las áreas de trabajo en los que el avance de la excavación determine riesgo de caída en altura, se acotarán debidamente con barandilla de 1 m de altura, siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

### Vuelco de máquinas o vehículos

Toda la maquinaria a emplear deberá disponer de cabinas o pórticos de seguridad, debiendo hacer uso el maquinista del cinturón de seguridad del vehículo.

Está prohibido utilizar la cuchara de la máquina como freno de mano.

Cuando sea necesario transportar la pala por pendientes con el cazo lleno se hará marcha atrás u éste estará a ras del suelo.

### Caída de objetos desprendidos

No se trabajara junto a postes eléctricos cuya estabilidad no quede garantizada.

Cuando la ejecución del terraplén o desmonte requiera el derribo de arboles, bien se haga por procedimientos manuales o mecánicos, se acotará el área que pueda se afectada por la caída de estos.

En todo momento se evitara que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.

Una vez colmado los camiones de transportes de tierras, dichas tierras serán tapadas mediante lonas o redes mosquiteras para impedir al caída de dicho material durante su transporte al vertedero.

El vertido del material de relleno no se efectuará hasta tener la seguridad de que ningún operario, medio de ejecución o instalación provisional queden situados en la trayectoria de la caída.

#### Atropellos o golpes con vehículos

No deberá haber nunca personal de la obra trabajando en las zonas de alcance de la maquinaria para evitar golpes, atropellos, atrapamientos e incluso el exceso de ruido producido por la máquina.

Los movimientos de los vehículos y maquinarias serán regulados, si fuese preciso, por personal auxiliar que ayudara a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras, especialmente cuando exista un alto transito de maquinas y personal de a pie.

Se deberán evitar los trabajos sobre superficies embarradas por el posible deslizamiento o vuelco de la maquinaria.

Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará mediante una señal acústica.

#### Atrapamientos

Toda la maquinaria utilizada deberá disponer de sus resguardos debidamente colocados en evitación de atrapamientos por órganos móviles de transmisión o contactos térmicos

#### Riesgo eléctrico

Se prestará especial atención en caso de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad

Tensión mínima entre fases	Distancia mínima (m)
$\leq 66$	3
$66 < V_f \leq 220$	5
$> 220$	7

Tabla 1: distancia mínima entre fases

En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptaran medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitara la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión

Se evitara el paso de vehículos sobre cables de alimentación eléctrica. En caso contrario y cuando no se puedan desviar, se colocaran elevados y fuera del alcance de los vehículos o enterrados y protegidos por una canalización resistente.

#### Revisión

Se realizara una inspección visual de los distintos elementos del desmante o terraplén tales como apuntalamientos, apeos, movimientos producidos por empujes del terreno, desprendimientos en coronación de taludes, etc.

Se extremaran las precauciones después de interrupciones de trabajo, de mas de un día y/o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas

La maquinaria utilizada deberá someterse a un adecuado mantenimiento según las indicaciones del fabricante.

#### Entibación

Se toma la profundidad de 1,3 m como referencia para empezar a tomar medidas específicas (siendo necesario entibar aunque no se llegue a los 1,3 m en el caso de terrenos sueltos o poco consistentes)

El ancho de la zanja deberá facilitar el movimiento del operario en el interior de la misma

Toda entibación, por sencilla que sea, deberá ser realizada y dirigida por personal competente y con la debida experiencia.

No deben retirarse las medidas de protección de una zanja mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,3 m bajo el suelo.



No se dejara en el fondo una altura de más de 70 cm sin elementos de sustentación del terreno

Se evitara golpear la entibación durante operaciones de excavación.

Los cordales, o elementos de la misma, no se usaran para ascender o descender, ni se usaran par la suspensión de conducciones ni cargas.

Aun cuando los parámetros de la excavación sean aparentemente estables, se entibara siempre que se prevea el deterioro del terreno, como consecuencia de una larga duración de la apertura

En general los cordales no deben entrar a excesiva presión, sino que su colocación se realizara mediante cuñas.

En la entibación de zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superior a 1 m.

El tipo de entibación a emplear vendrá dado determinado por la naturaleza del terreno, por la existencia o no de solicitaciones y por la profundidad de corte. Como referencia en caso de zanjas de profundidad menor a 7 m, anchura menor de 2 m, nivel freático inferior a la profundidad o rebajado y en terrenos no rocosos ni blandos o expansivos, el tipo de entibación será.

Tipo de terreno	Solicitud	Profundidad P del corte en m. *			
		< 1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitud	*	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitud de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitud de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

Tabla 2: Elección del tipo de entibación

\*entibación no necesaria en general

#### Cortes sin entibación: taludes

Para profundidades inferiores a 1,3 m en terrenos coherentes y sin solicitud de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

Para profundidades mayores el adecuado ateluzado de las paredes de excavación es una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

Mediante la siguiente tabla, se determinara la altura máxima admisible en metro de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación del talud respecto al suelo  $\beta$  no mayor de  $60^\circ$  y de la resistencia de compresión del terreno.

### H máxima

Tipo de terreno	Angulo de talud $\beta$	Resistencia a compresión simple $R_u$ en $\text{kg/cm}^2$				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00

(H máx. en m)\*

Tabla 3 Determinación de la altura máxima admisible para taludes libres de solicitaciones

\*los valores intermedios se interpolan linealmente

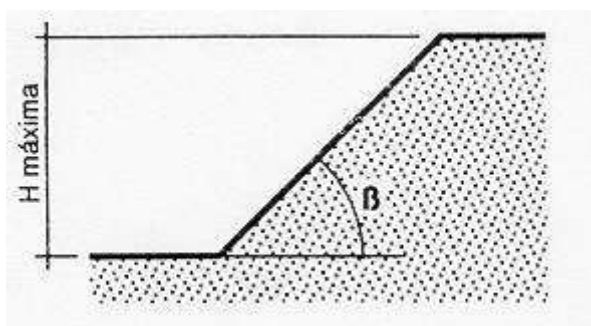


Ilustración 1: Esquema de altura máxima

La altura máxima admisible  $H$  máx. en cortes ataluzados del terreno, con ángulo comprendido entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$  (talud vertical), sin sollicitación de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse a partir de la siguiente tabla. Como medida de seguridad en el trabajo contra “venteo” o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas como mesetas no menores de 0,65m y contra-mesetas no mayores de 1,3m.

Resistencia a compresión simple $R_u$ en $\text{Kg/cm}^2$	Peso específico aparente $\gamma$ en $\text{g/cm}^3$				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,20	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,70	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
$\geq 1,200$	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

Tabla 4: Altura máxima admisible  $H$  máx. en m\* (Valores intermedios se interpolarán linealmente)

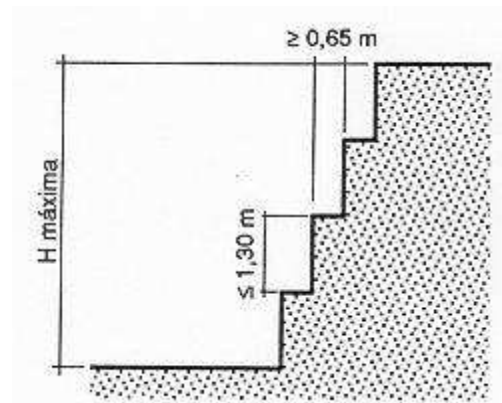


Ilustración 2: Esquema de  $H$  máxima para taludes con sollicitaciones

El corte de terreno se considerará sollicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" (Fig. 3), entre la coronación del corte y el borde de la sollicitación, sea mayor o igual a los valores "S" de la siguiente tabla.

Tipo de sollicitación	Angulo de talud	
	$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

Tabla 5: Determinación de la distancia de seguridad (S en fig. 5) para cargas próximas al borde de una zanja

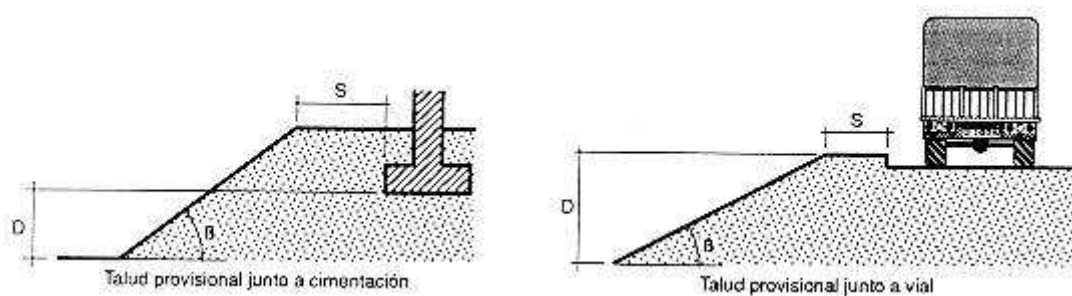


Ilustración 3: Esquema de distancia de seguridad para cargas próximas al borde de una zanja

#### 14.12.-IZADO Y HORMIGONADO.

Los apoyos se transportaran desde el lugar de acopio hasta el pie de los hoyos en camión. Para su elevación y carga se estrobará el poste de cemento por el centro de gravedad, se comprobará que el gancho de la pluma dispone de un pestillo de seguridad preceptivo y que los estrobos se encuentran en buen estado. Una vez colocado el estrobo, ahorcado el poste y enganchado en el gancho, se tensara ligeramente. El ayudante se situara en el extremo inferior para guiarlo con el mínimo esfuerzo, manteniendo los pies fuera de la vertical del mismo para evitar accidentes por posible caída. Bajo ningún concepto se permitirá que el persona se sitúe bajo la carga suspendida. Durante el transporte, el conductor del camión extremara la precaución para evitar el vuelco. El peso de la carga no superará el autorizado para el vehículo. Las cargas no sobresaldrán por los laterales, las que sobresalgan por la parte posterior se señalizaran conforme al Código de Circulación.

Una vez junto al apoyo, se procederá de nuevo a elevar el poste, para lo cual, se estrobará por un punto situado aproximadamente a 50 cm por encima del centro de gravedad, tomando las mismas precauciones que antes se han indicado, hasta situar la base del poste en el hoyo. Se izara la pluma lentamente hasta

conseguir que el poste se valla introduciendo en el hoyo, una vez haya alcanzado el fondo, se procederá al alineado y aplomado y a continuación hormigonado.

Estas normas serán de aplicación tanto en postes de hormigón, como para torres metálicas.

Equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo y trajes de agua.
- Casco de seguridad.
- Guantes de protección.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.

#### 14.13.- TENDIDO

Se transportara la bobina hasta el comienzo del tendido, se descargara y se apoyara sobre el soporte adecuado para el efecto. Se cuidara que la bobina vaya calzada en el camión, se estrobe por ambos extremos del eje, evitando atrapamientos en las manos y permitiendo que se sitúe personal bajo la carga suspendida.

Nunca se transportará una bobina pasando la cadena o cable por los bajos, o la eslinga alrededor de las duelas.

Una vez colocada la bobina, se procederá a colocar una polea de tendido en el primer apoyo, subiendo al mismo con el preceptivo anticaidas. Se sujetará adecuadamente la polea, se pasará por ésta la cuerda piloto al extremo del cable y se tirará del otro extremo de la cuerda por medios mecánicos manuales. En el caso de que se haga manualmente, se ocuparán de esta tarea las personas necesarias a criterio del capataz, en base al esfuerzo requerido. Durante el arrastre del cable, los trabajadores sujetaran la cuerda sobre los hombros procurando que recaiga el esfuerzo sobre los pies con la columna recta.

Se repetirá el procedimiento en cada uno de los apoyos hasta el final del tramo, luego se procederá al tensado y regulado a flecha del cable, para ello, se emplearan tracteles, cabestrantes, pullet, tivit, etc., bien desde tierra, o desde la parte superior del apoyo, cuidando en cualquier caso, no situarse el personal en el posible alcance por fallo del cable o del amarre.

Antes de colocar las poleas junto de tendido, se revisaran los bulones o tornillos, eje de la polea, pestañas y canal. A medida que vaya saliendo el piloto de las bobinas se inspeccionara su buen estado.

Se vigilara la comunicación entre el equipo de tendido con el de la bobina de piloto, debiendo existir siempre un buen medio de comunicación entre ellos.

Se extremara el cuidado con los bucles que puedan formarse, impidiendo que nadie se meta en ellos.

Para el tensado y elevado del piloto se unirán los tramos de pilotos mediante ochos o giratorios, previamente revisados. Para la colocación se emplearan las herramientas adecuadas, no permitiéndose golpearlos o forzarlos.

Si hay algún enganche del piloto, se maniobrará mediante cuerda o pértiga, quedando prohibido subirse a los arboles o similares para desengancharlos con las manos. Se mandara parar el cabestrante si hace falta.

En los cruzamientos con caminos o carreteras locales, se situará uno o dos trabajadores en el lugar, que actuará señalizando para advertir de la maniobra, prohibiendo el paso cuando el cable entrañe riegos para la circulación y vías férreas, se procederá a colocar previamente las protecciones adecuadas para que el cable no interfiera la circulación, señalizando el ligar con señal de peligro por obras y limitando la velocidad. De no ser posible, o que no ofrezca la garantía de seguridad, se solicitarán los correspondientes permisos y colaboración de las autoridades para cortar el tráfico mientras se realiza la operación.

Cuando se emplee máquina de tendido, se buscará el lugar mas idóneo para empezarla:

1. Buenas salidas de los cables.
2. Que las distancias horizontales entre máquina y apoyo sea mayor a dos veces la altura de este.
3. En la ubicación del freno se tendrá en cuenta el espacio necesario para emplazar las bobinas del conductor, debiendo entrar el cable en el freno sin rozar.
4. Los anclajes para las máquinas de tendido se colocarán en la dirección que marca el enganche de estas.
5. Las máquinas irán provistas de puestas a tierra, clavándose un electrodo cerca de ellas.

Mientras estén en funcionamiento las maquinas, queda prohibido tocarlas. En caso de cualquier anomalía, se mandará parar la máquina para subsanarla.

En caso de descarrilamiento, la maniobra de enganche la efecturaran al menos dos personas. El operario que baje a la polea no se apoyara en el conductor. Durante esta operación el personal del freno y del cabestrante estará en comunicación con el personal que ejecute la maniobra.



Equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo y trajes de agua.
- Casco de seguridad.
- Guantes de protección.
- Botas de seguridad.
- Dispositivo anticaídas.

#### 14.14.- TRABAJOS DE REPASO Y GRANETEADO

Se emplearán obligatoriamente la línea de seguridad, con un ramal por operario. Los operarios permanecerán amarrados mediante un dispositivo anticaída deslizante a una cuerda guía, organizándose preventivamente el número de operarios que trabajaran simultáneamente y la zona de actuación de cada uno.

También podrá utilizarse enrollador de cable, de gran longitud, colgado de la parte elevada de la torre, al que se amarra dorsalmente el operario.

Durante el desplazamiento, los operarios llevarán las herramientas depositadas en su bolsa portaherramientas.

#### 14.15.- TRABAJOS DE PROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

Tanto en operaciones de carga y descarga de materiales, izado de apoyos, tendido etc., cuando las distancias de seguridad mínimas que fija la reglamentación y el alcance de los equipos utilizados en las maniobras. Preferentemente grúas, camiones, etc., no se situaran bajo las líneas.

Cuando sea necesario y se trate de una situación de riesgo, se solicitara el descargo de la línea.

#### 14.16.- TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE LÍNEAS PÚBLICAS.

En las operaciones de carga, descarga, izado y hormigonado, tendido, etc., preferentemente, la maquinaria y el personal se situaran fuera de las vías públicas. De ser necesario invalidarlas, se señalizara el lugar con una señal de peligro por obras, limitación de velocidad, estrechamiento de la calzada, balizamiento de la zona, etc. Si fuese preciso cortar el tráfico en un sentido se situara de ambos lados un operario con su chaleco reflectante para establecer circulaciones alternativas por un solo carril.

## 15.- MEDIOS DE PROTECCIÓN

### 15.1.- OBRA CIVIL

- Cascos
- Botas de seguridad.
- Botas de agua.
- Guantes de trabajo.
- Cinturones anticaídas.
- Trajes impermeables.
- Gafas antimpactos
- Mascarilla autofiltrante
- Protección auditiva.
- Ropa de trabajo.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Extintores
- Cinta de señalización para hoyos

### 15.2.- ARMADO E IZADO

- Cascos.
- Botas de seguridad.
- Guantes de trabajo.
- Arnés.
- Dispositivo anticaídas.
- Cuerda dispositivo
- Ropa de trabajo
- Trajes impermeables.
- Gafas anti impactos.
- Guantes aislantes.
- Pértigas.
- Verificadores de tensión.
- Equipos de PAT.
- Botiquín primeros auxilios
- Extintores

### 15.3.- TENDIDO

- Cascos.
- Botas de seguridad.
- Arnés.
- Dispositivo anticaídas.
- Amarre dorsal con absorbedor.

---

CT interior y línea de 20kV de conexión a red existente para suministro a instalaciones provisionales de obra de Almazara en Guadalén el término municipal de Vilches provincia de Jaén



- Cuerda dispositivo.
- Ropa de trabajo.
- Traje impermeable.
- Guantes aislantes
- Pértigas.
- Verificadores de tensión.
- Equipos de PAT.
- Banqueta aislante.
- Malla aislante.
- Botiquín primeros auxilios.
- Extintores.

## 16.- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.

### 16.1.- RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

La empresa queda obligada a practicar a los trabajadores que desee contratar para la ejecución de los trabajos un reconocimiento previo a su ingreso, respetando la clasificación de puesto de trabajo que dictamine el resultado del reconocimiento médico.

Los trabajadores propios pasaran su reconocimiento periódico al menos 1 vez al año. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la Empresa contratista está obligada a realizarlo.

### 16.2.- PRIMEROS AUXILIOS

Las contratas que trabajen en la obra dispondrán en la misma de un botiquín suficientemente equipado para el personal que tengan con material médico básico listo siempre para su uso.

El personal de obra deberá estar informado de los diferentes Centros Médicos, Ambulatorios y Mutualidades Laborales donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

## 17.- SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS TRABAJOS

El objetivo del seguimiento y control de los trabajos no es otro que establecer un control directo sobre los riesgos generados en la actividad. El objeto final de todo seguimiento y control de los trabajos es:

- Comprobar que las medidas adoptadas son las correctas y se cumplen.

- Controlar periódicamente las condiciones de trabajo.
- Interposición de las medidas correctoras.

La empresa contratista realizará una revisión mensual de la maquinaria y vehículos así como de las herramientas y material de seguridad. Se deberán mantener al día los libros de Inspección de Industria de maquinaria y vehículos.

## 18. ANEXOS

### 18.1.- ZANJAS

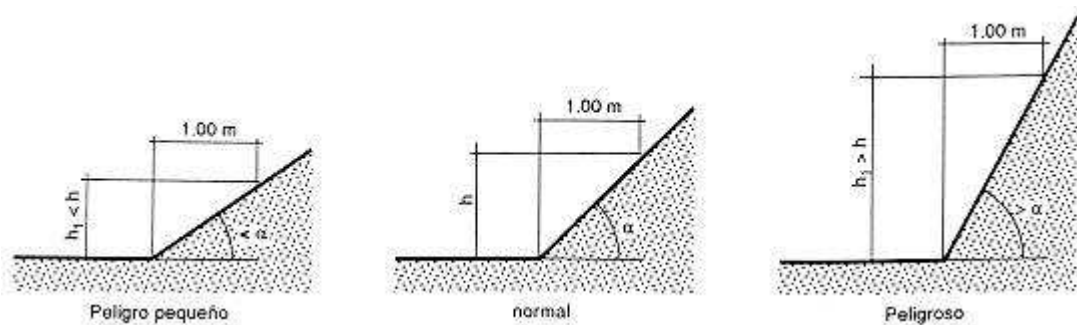


Ilustración 4: Talud natural

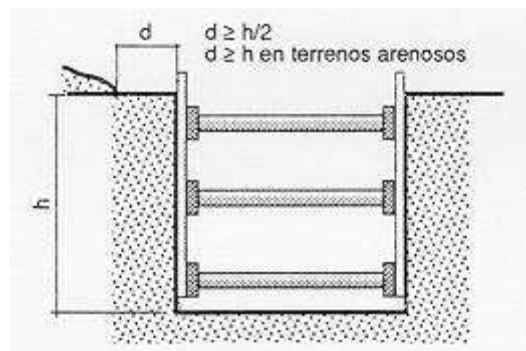


Ilustración 5: Distancias de seguridad

ENTIBACION SEMICUAJADA						
$\downarrow E$ $\rightarrow q \rightarrow S$		Determinación de la separación vertical S en cm entre ejes de apoyo, en función del grueso mínimo E en mm del Tablero y del empuje total q en kg/cm <sup>2</sup> , o viceversa				
Grueso mínimo del tablero E en mm						Separación vertical S en cm
20	25	30	52	65	76	
0,17	0,27	0,39	1,20	1,87	2,53	30
0,06	0,10	0,14	0,43	0,68	0,92	50
		0,06	0,19	0,30	0,41	75
			0,10	0,16	0,23	100
Grueso mínimo del tablero E en mm						

Ilustración 6: Distancias de seguridad y colocación de paneles con pértiga

## 18.2.- SEÑALIZACIÓN

### 18.2.1.- SEÑALES DE PROHIBICIÓN



Ilustración 7: Señales de prohibición

### 18.2.2.- SEÑALES DE OBLIGACIÓN



Ilustración 8: Señales de obligación

### 18.2.3.- SEÑALES DE ADVERTENCIA

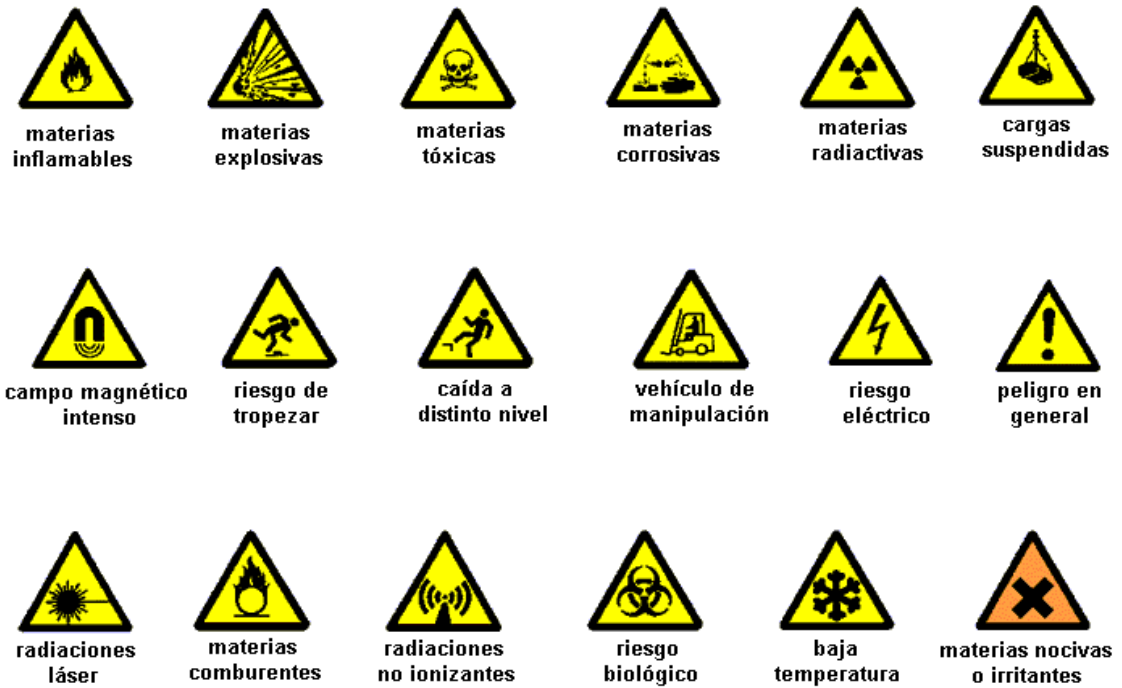


Ilustración 9: Señales de advertencia

#### 18.2.4.- SEÑALES DE SALVAMENTO Ó SOCORRO



Ilustración 10: Señales de salvamento y socorro

#### 18.2.5.- SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS



Ilustración 11: Señales de equipos contra incendios

## 18.2.6.- SEÑALES GESTUALES




Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia adelante.	
Alto: Interrupción Fin de movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia adelante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho	

Ilustración 12: Gestos generales




Significado	Descripción	Ilustración
Subir	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo	
Bajar	Brazo derecho extendido hacia abajo, palma de la mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo	
Distancia vertical	Las manos indican la distancia	

Ilustración 13: Movimientos verticales






Significado	Descripción	Ilustración
<u>Avanzar</u>	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
<u>Retroceder</u>	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de las señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de las señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal	Las manos indican la distancia	

Ilustración 14: Movimientos horizontales


Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez	
Lento	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente	

Ilustración 15: Señales de Peligro



### 18.3.- SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

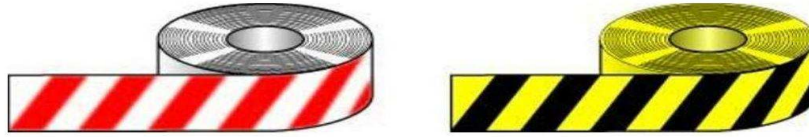


Ilustración 16 : Cintas de balizamiento



Ilustración 17: Elementos para desvío del tráfico

## 18.4.- DUMPERS

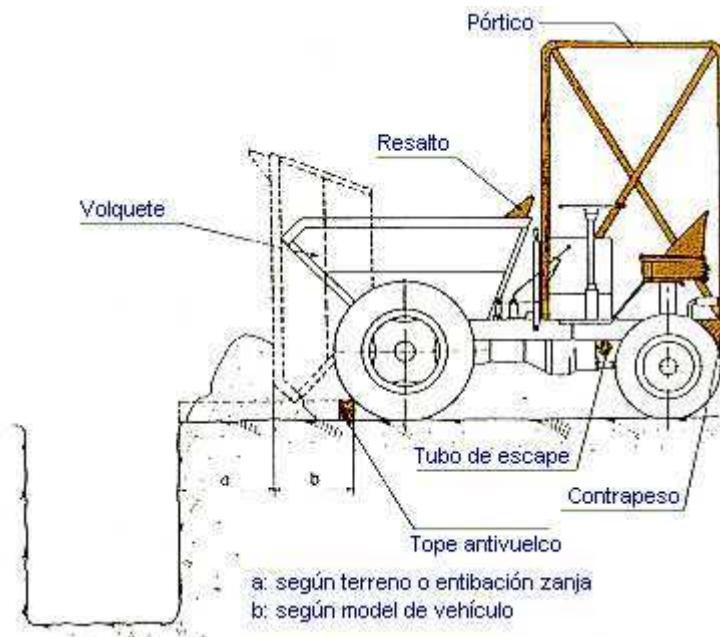


Ilustración 18: Esquema de las partes de un dumper

CIRCUNSTANCIAS PELIGROSAS	ACCIDENTE
Bajar frontalmente rampas con el vehículo cargado, especialmente con frenazos bruscos.	Vuelco.
Circular por terrenos irregulares o sin consistencia (prominencias, hoyos, zanjas no señalizadas, etc.).	Vuelco.
Vertido de la carga en zanjas y taludes.	Vuelco.
Desplazamiento lateral de la carga al circular paralelamente sobre los taludes.	Vuelco.
Circular o maniobrar junto a excavaciones o desniveles, por falsas maniobras o terreno inestable.	Vuelco.
Al accionar la manivela de arranque.	Golpes, contusiones Remoción de la manivela.
Permanencia de personas a bordo del vehículo, ajenas a su conducción,	Caida a distinto nivel. Atropello.
Inhalación de los humos del tubo de escape.	Intoxicación
Circular por vías urbanas o en el recinto de la obra.	Choques. Atropellos.
Carga excesiva o mal apilada. Carga impropia.	Desplome sobre el conductor o personas próximas.
Uso del vehículo por personas no cualificadas.	Vuelco, atropello, choques, etc.

Ilustración 19: Tabla de circunstancias peligrosas con un dumper

CT interior y línea de 20kV de conexión a red existente para suministro a instalaciones provisionales de obra de Almazara en Guadalén el término municipal de Vilches provincia de Jaén

## 18.5 ESLINGAS

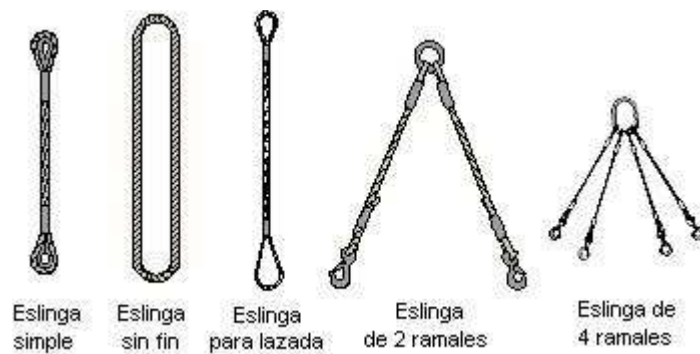


Ilustración 20: Tipos de eslingas

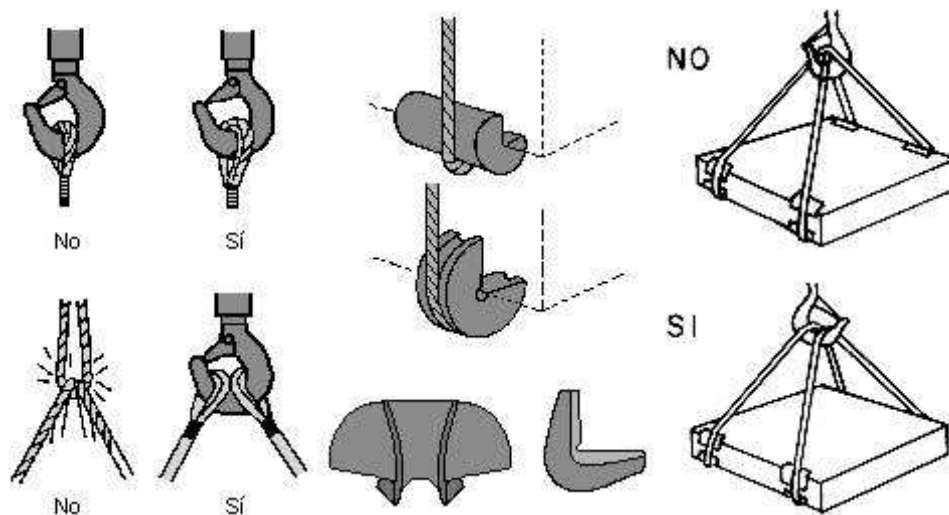


Ilustración 21: De Izq. a dcha.: 19.1 aplicación de guardacabos, 19.2 cantoneras de protección, 19.3 necesidad de evitar ramales cruzados

## 18.6 ESCALERAS

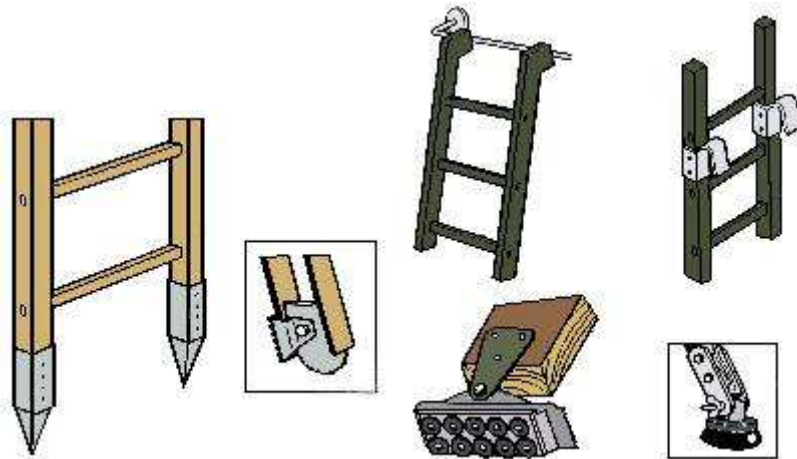


Ilustración 22: Diferentes tipo de escaleras manuales

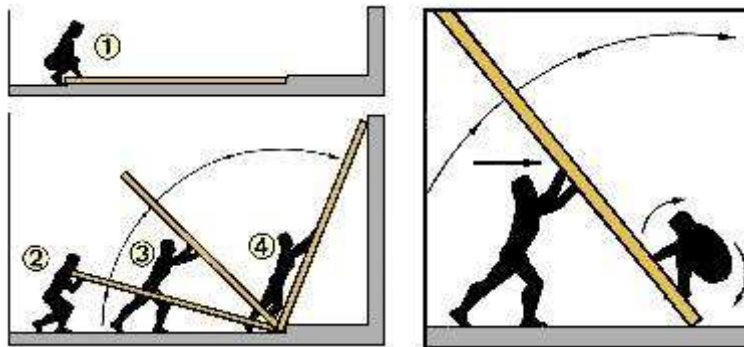


Ilustración 23: Correcta elevación de una escalera

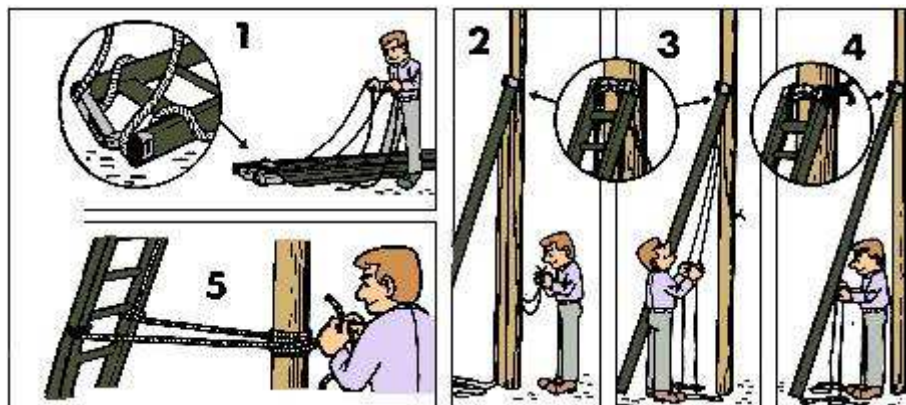


Ilustración 24: Inmovilización de la parte superior

## 18.7.- PUESTA TIERRA

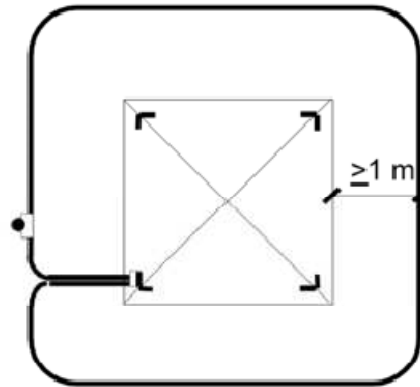
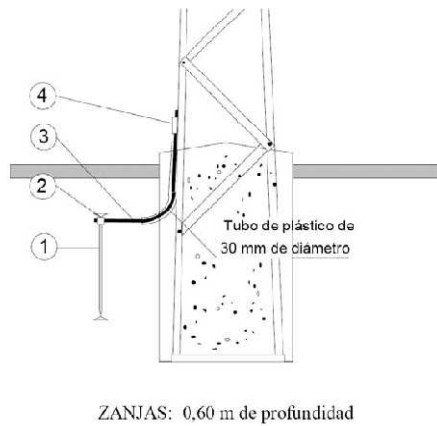


Ilustración 25: Puesta tierra de los apoyos. Perfil y planta respectivamente

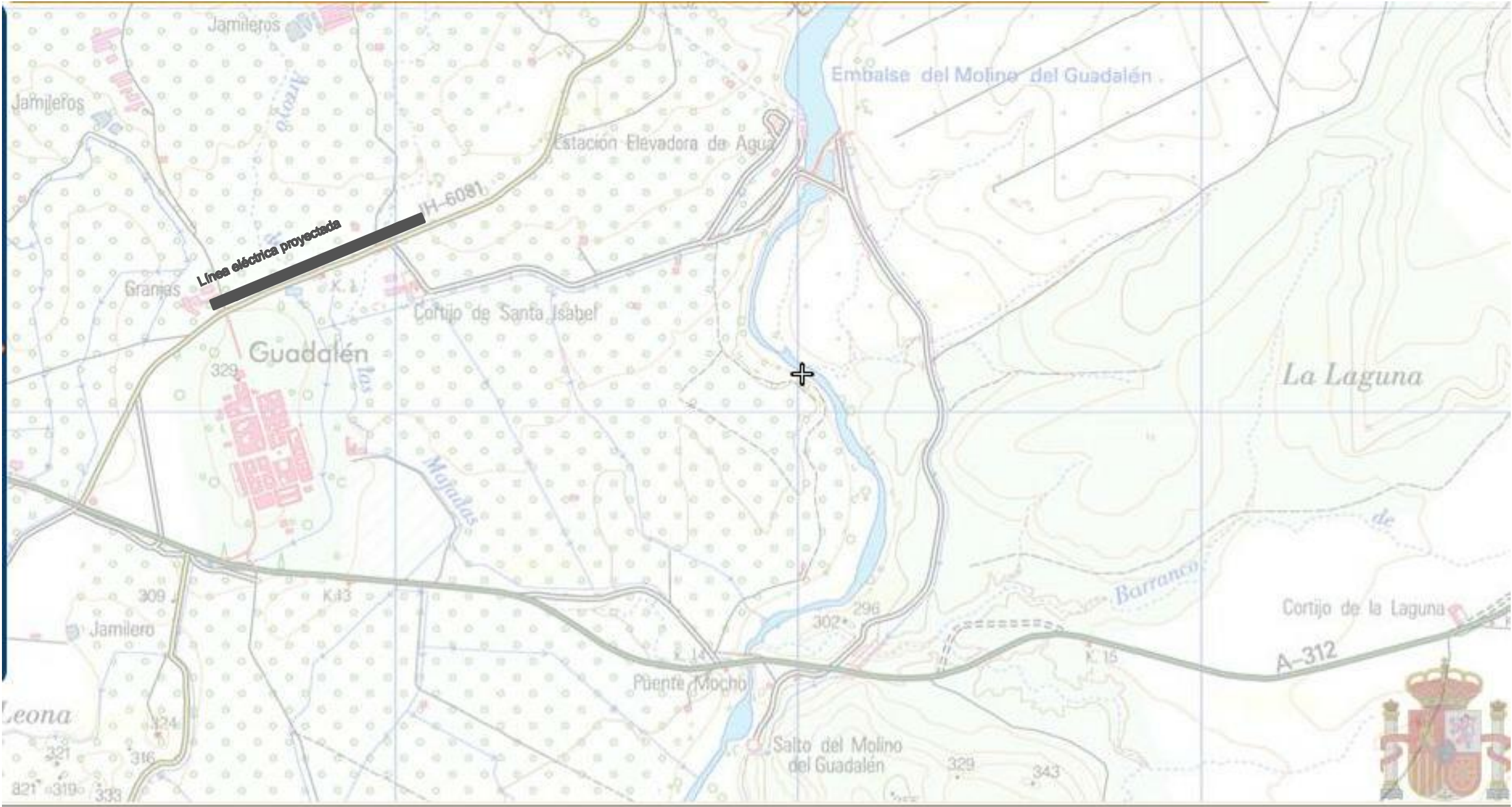
## 19.- CONCLUSIÓN

Considerando suficientes los datos que se aportan para su estudio por parte de los organismos Oficiales y estando dispuestos a aclararlos o complementarlos se espera que este proyecto merezca servir para una posible construcción, en el caso que fuera necesario, autorizándose la aprobación del mismo para su ejecución.

## DOCUMENTO N° 2

### PLANOS





Localización	Guadalein, Vilches (Jaén)		
Coordenadas Geográficas	LAT: 38° 8' 48"	LONG: 3° 30' 19"	
Altitud	381 m		

1000 m

CARLOS SERRANO PEREDA

PROYECTO DE C.T. Y LINEA 20KV DE CONEXIÓN A RED EXISTENTE PARA SUMINISTRO A INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA DE ALMAZARA EN GUADALEIN EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILCHES PROVINCIA DE JAÉN

DESIGNACION:

PLANO DE SITUACIÓN

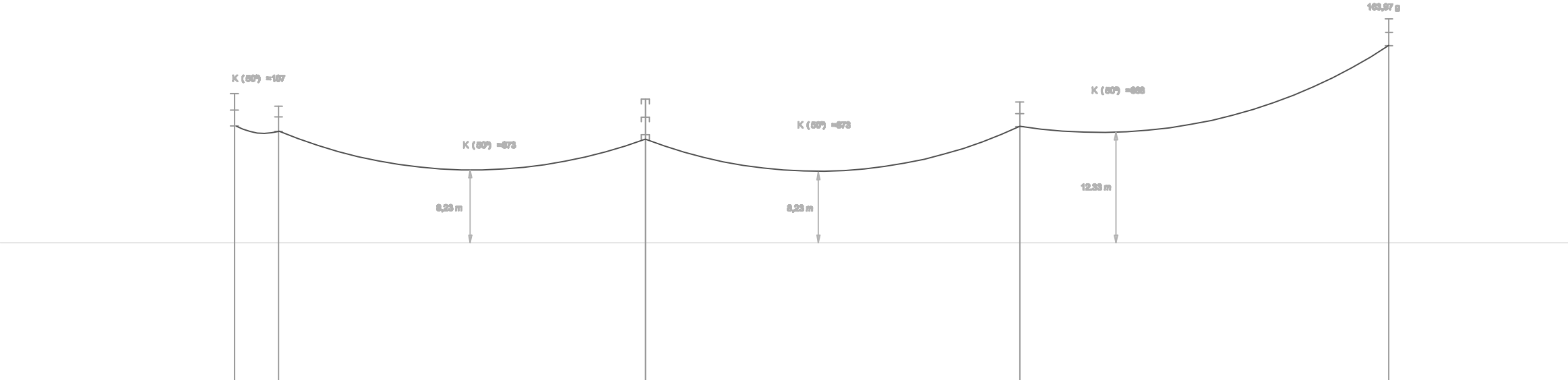
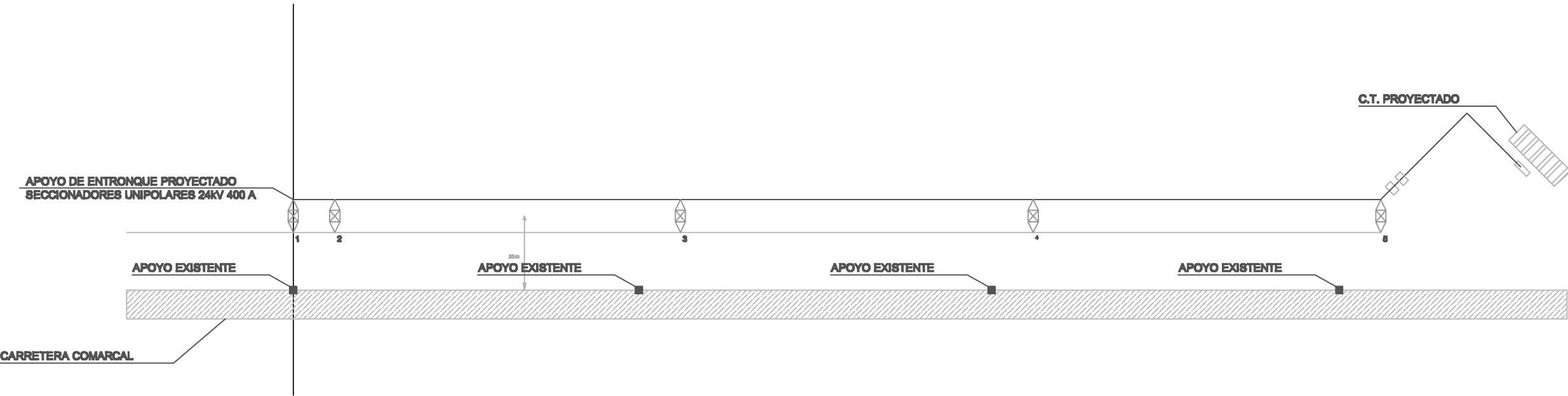


ENERO 2010

Nº 1

ESCALA: 1/10000





COTA DEL TERRENO	5.00	5.00		5.00		5.00		5.00
VANO			167,00		169,67		167,67	
DISTANCIA AL ORIGEN	0.00	20.00		187.00		356.67		524.34
NUMERO Y TIPO DE APOYO	1 FL	2 FL		3 AM		4 AM		5 AM-ANG

CARLOS SERRANO PEREDA

PROYECTO DE C.T. Y LINEA 20KV DE CONEXIÓN A RED EXISTENTE PARA SUMINISTRO A INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA DE ALMAZARA EN GUADALEN EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILCHES PROVINCIA DE JAÉN

DESIGNACION:

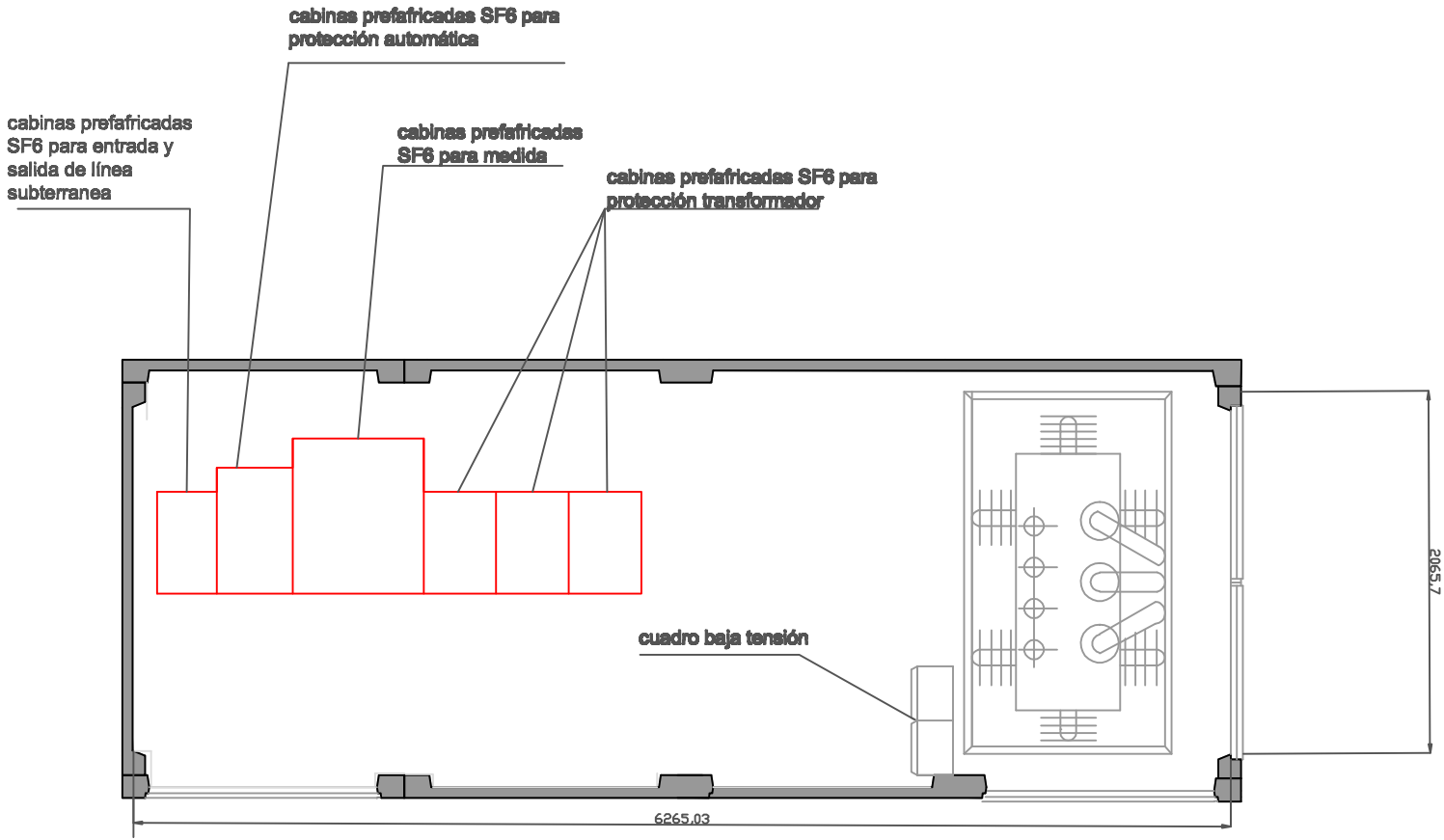
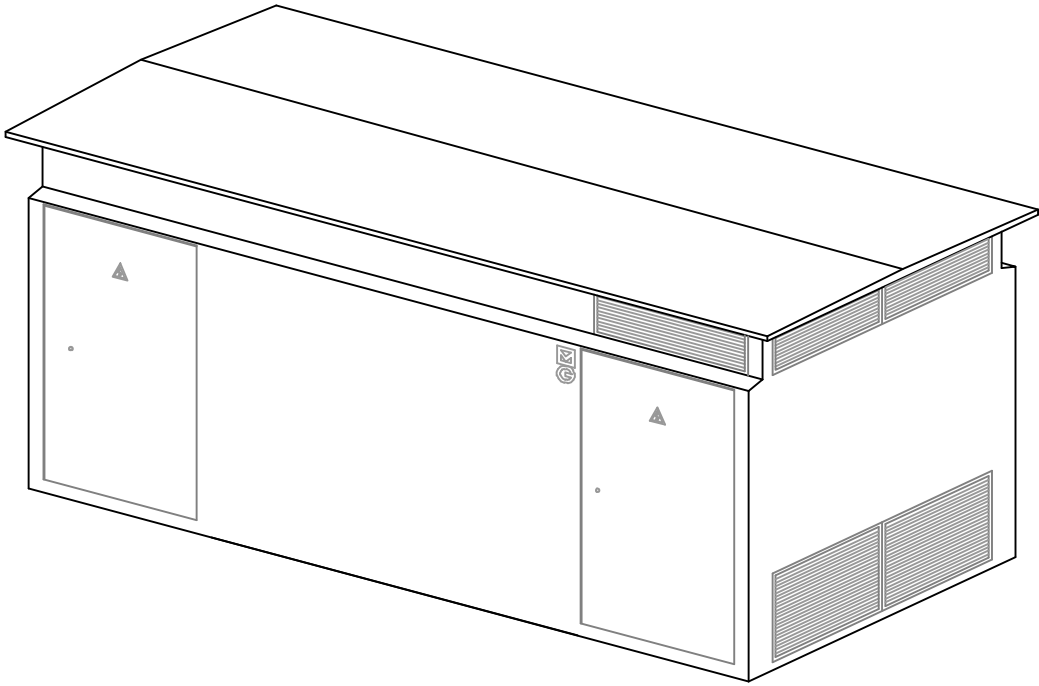
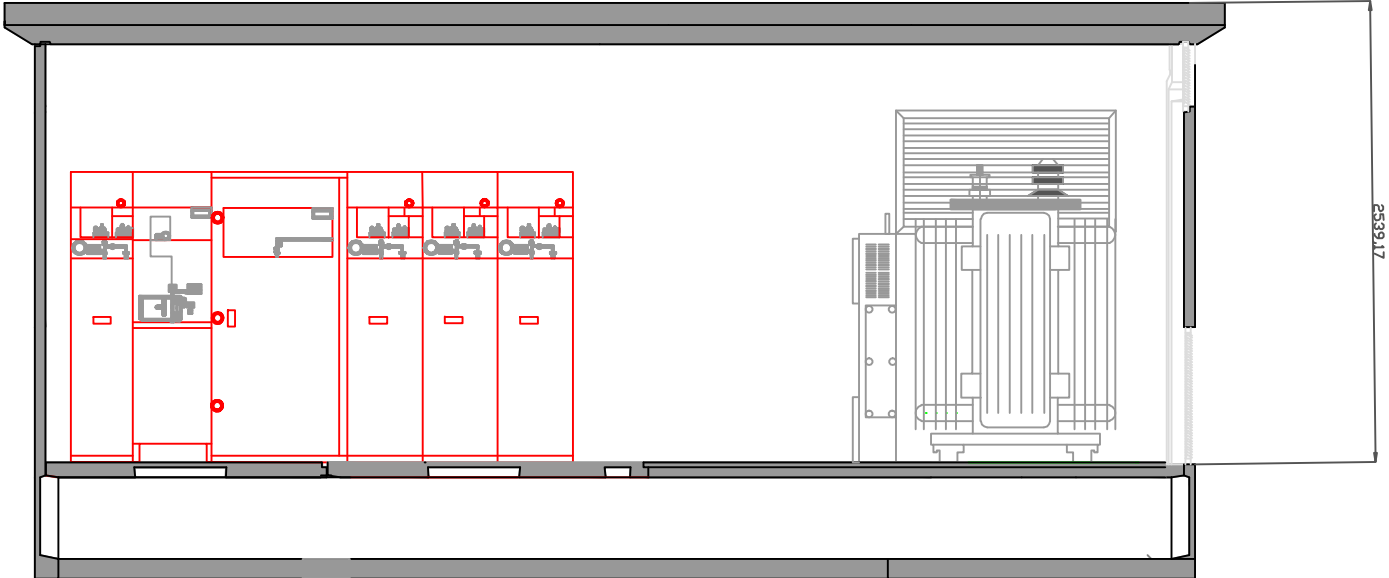
PERFIL DE LA LINEA



ENERO 2010

Nº 2

ESCALA  
H:1/2.000; V:1/250



CARLOS SERRANO PEREDA

PROYECTO DE C.T. Y LINEA 20KV DE CONEXIÓN A RED EXISTENTE PARA SUMINISTRO A INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA DE ALMAZARA EN GUADALEN EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILCHES PROVINCIA DE JAÉN

DESIGNACION:

**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**



ENERO 2010


Nº 3

ESCALA: 1/40

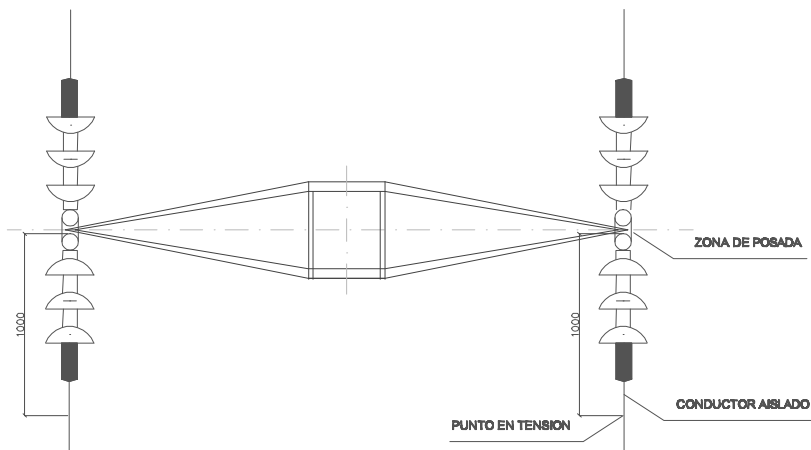
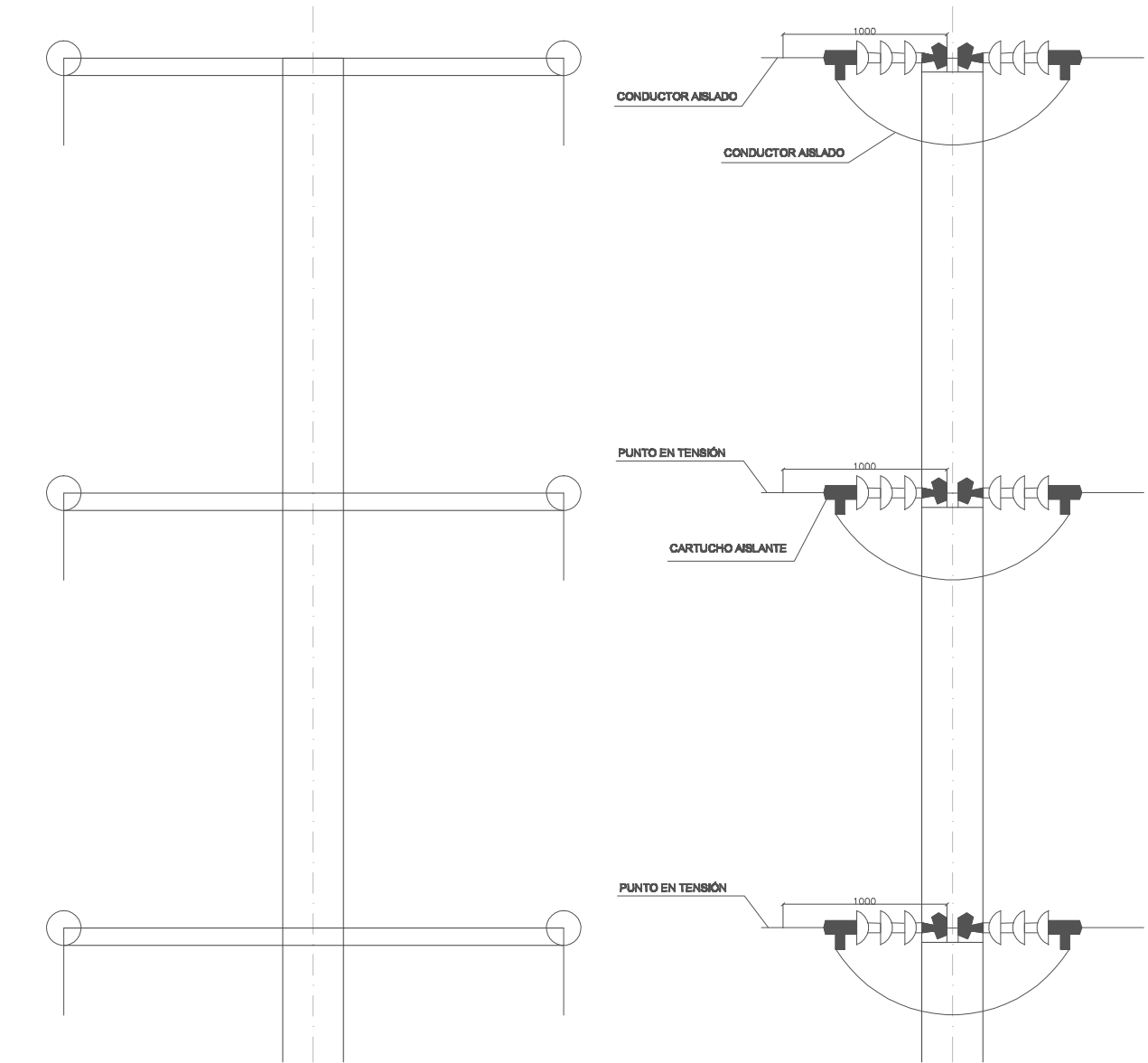
Technical drawing of a lattice tower cross-section. The drawing shows a central vertical column with a lattice structure. The total height is labeled  $H_u$ . The base of the tower is labeled  $h$ . The width of the base is labeled  $a$ . The height of the base section is labeled  $250$ . The height of the lattice section is labeled  $h$ . The height of the top section is labeled  $600$ . The width of the top section is labeled  $c$ . The width of the middle section is labeled  $e$ . The width of the bottom section is labeled  $f$ . The drawing also shows a section cut through the tower, indicating the internal structure.

[illegible]

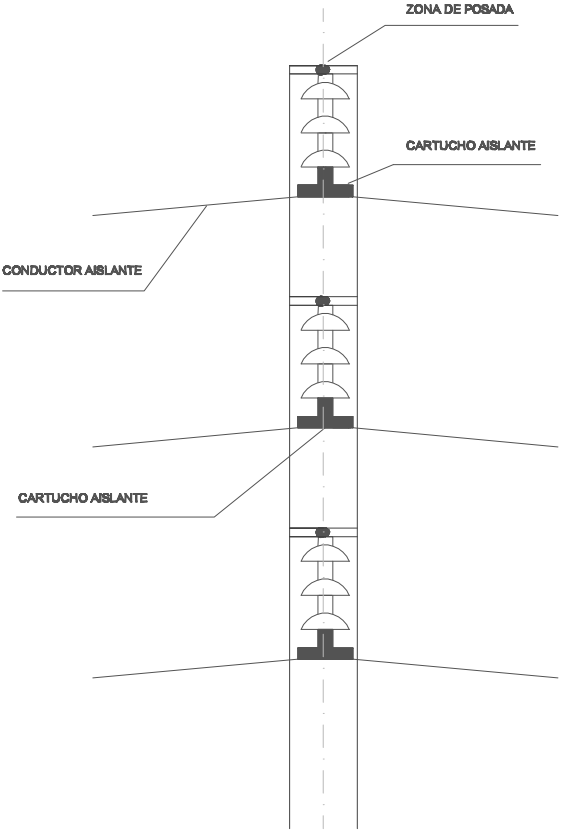
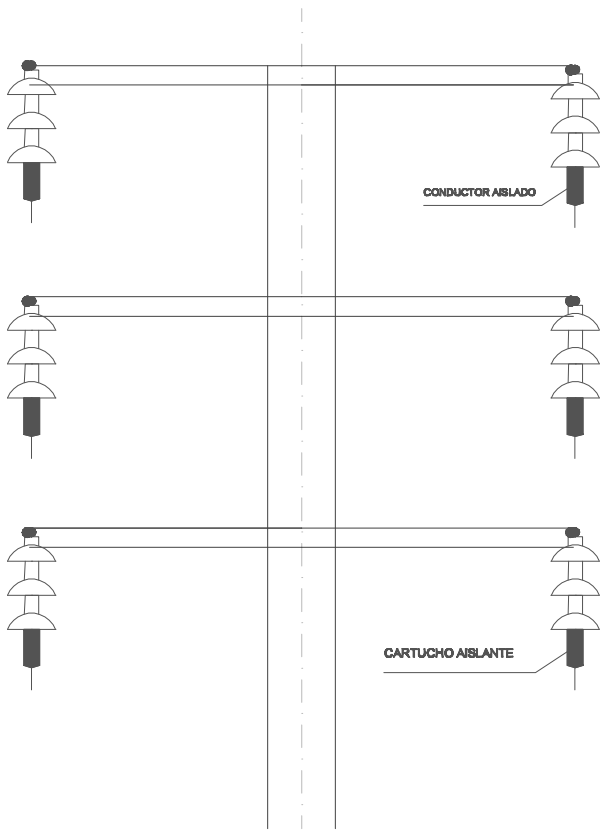
**CADENA DE SUSPENSIÓN (ESCALA 1/10)  
CON ALAGADERAS PARA AVIFAUNA**

<p><b>CARLOS SERRANO PEREDA</b></p>	
<p><b>PROYECTO DE C.T. Y LINEA 20KV DE CONEXIÓN A RED EXISTENTE PARA SUMINISTRO A INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA DE ALMAZARA EN GUADALEÁN TÉRMINO MUNICIPAL DE VILCHES PROVINCIA DE JAÉN</b></p>	<p><b>ENERO 2010</b></p>
<p><b>DESIGNACION:</b></p>	<p><b>Nº 4</b></p>
<p><b>ELEMENTOS DE LA LINEA</b></p>	<p><b>S/E</b></p>

APOYO EN AMARRE



APOYO EN ALINEACIÓN



CARLOS SERRANO PEREDA

PROYECTO DE C.T. Y LINEA 20KV DE CONEXIÓN A RED EXISTENTE PARA SUMINISTRO A INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA DE ALMAZARA EN GUADALEN EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILCHES PROVINCIA DE JAÉN

DESIGNACION:

**JUST. DECRETO AVIFAUNA**

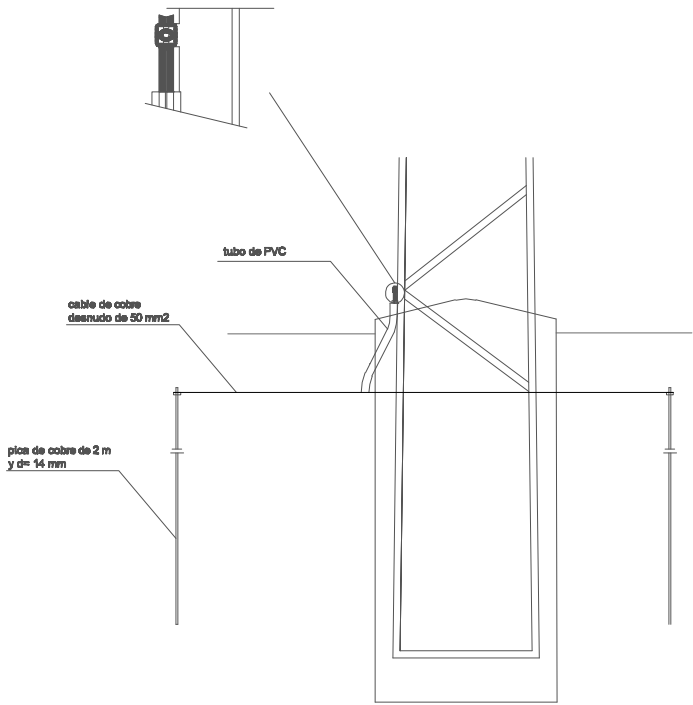
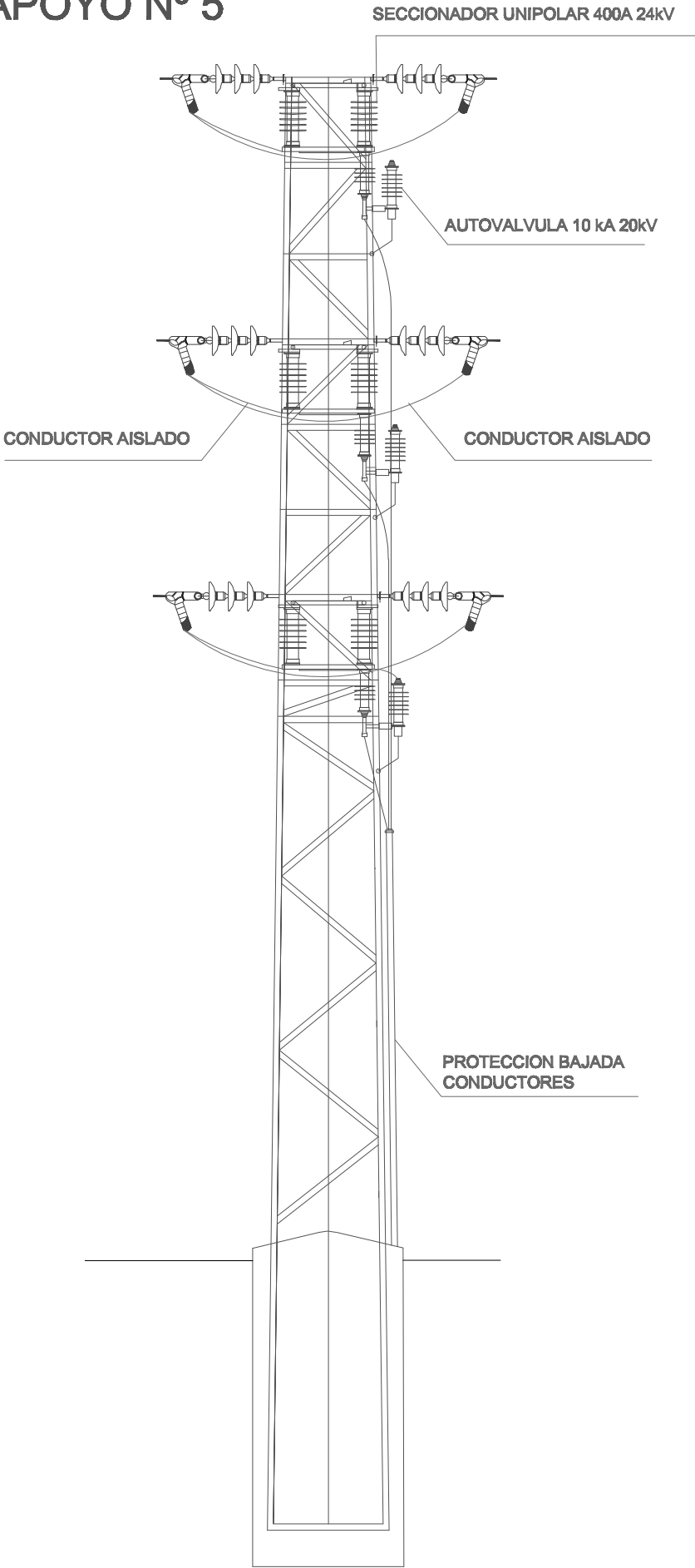
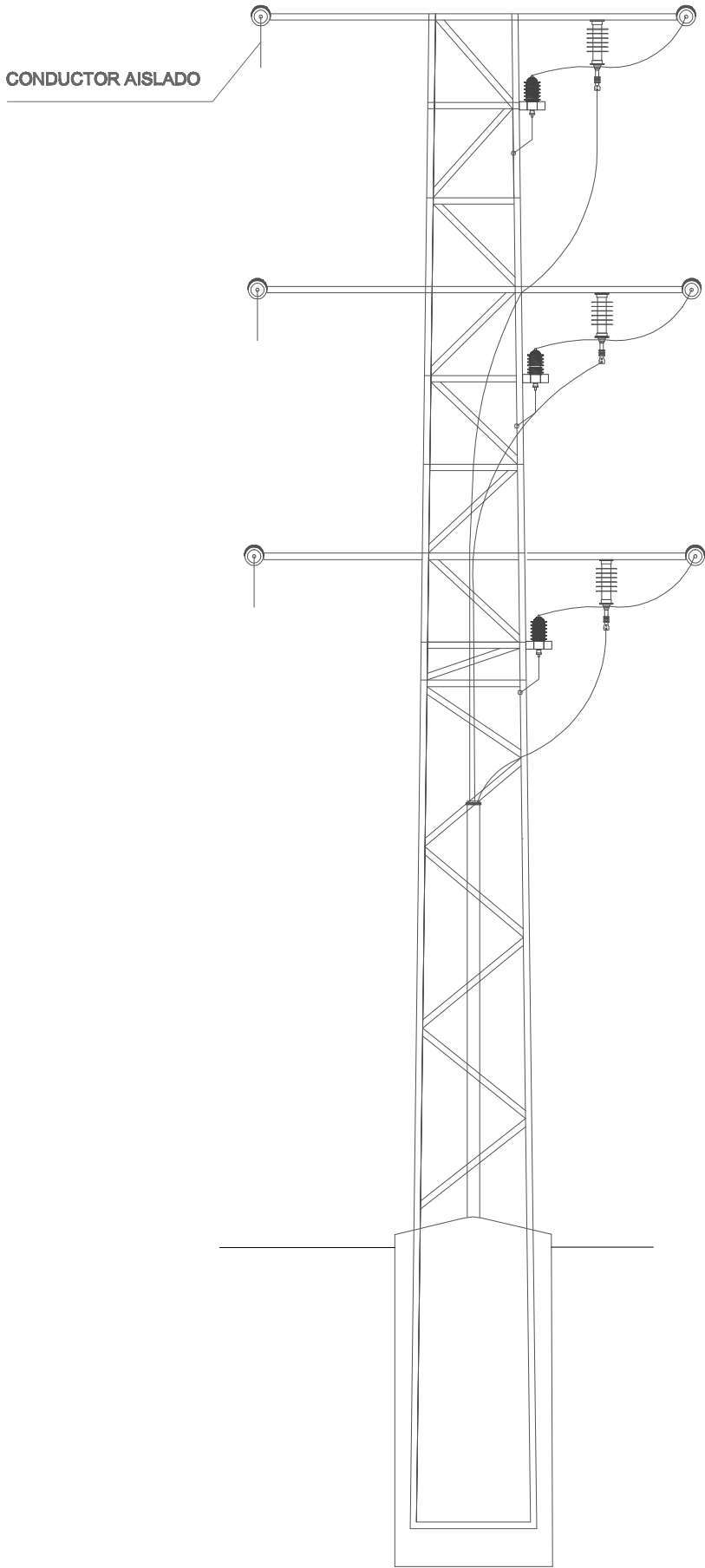


ENERO 2010

Nº 5

ESCALA: 1/40

PASO SUBTERRANEO APOYO N° 5



CARLOS SERRANO PEREDA

PROYECTO DE C.T. Y LINEA 20KV DE CONEXIÓN A RED EXISTENTE PARA SUMINISTRO A INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA DE ALMAZARA EN GUADALEN EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILCHES PROVINCIA DE JAÉN

DESIGNACION:

PASO SUBTERRANEO

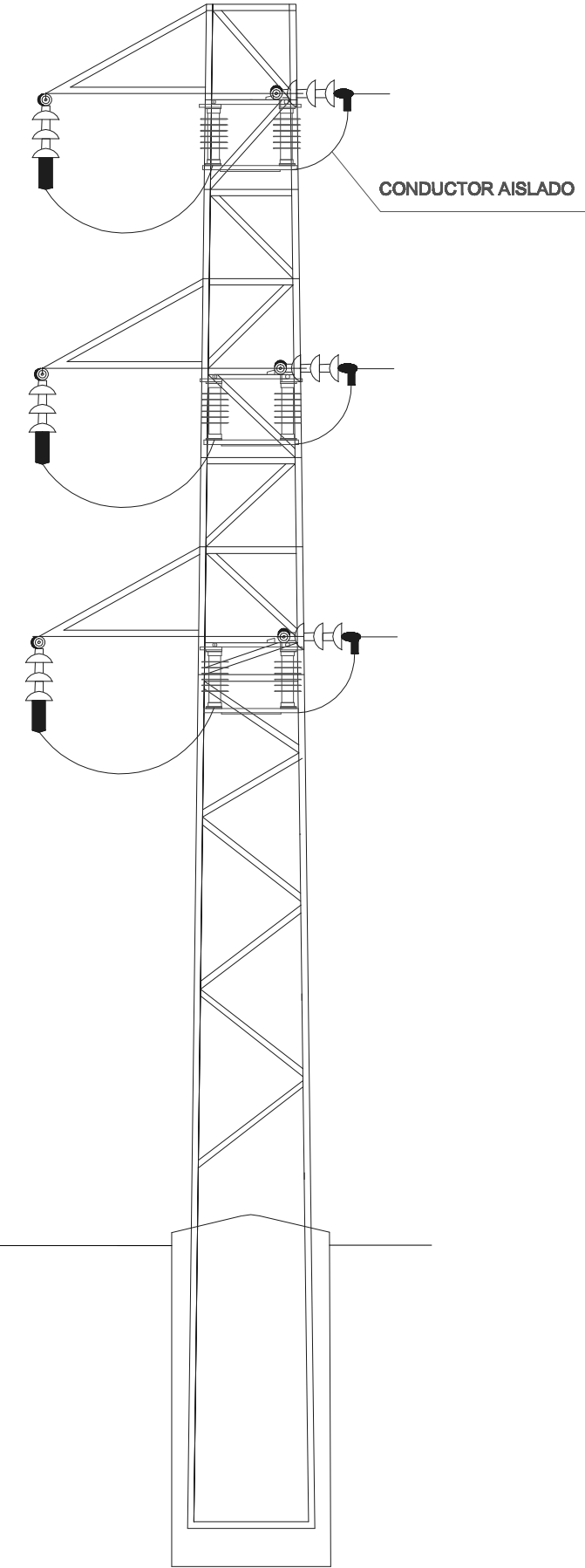
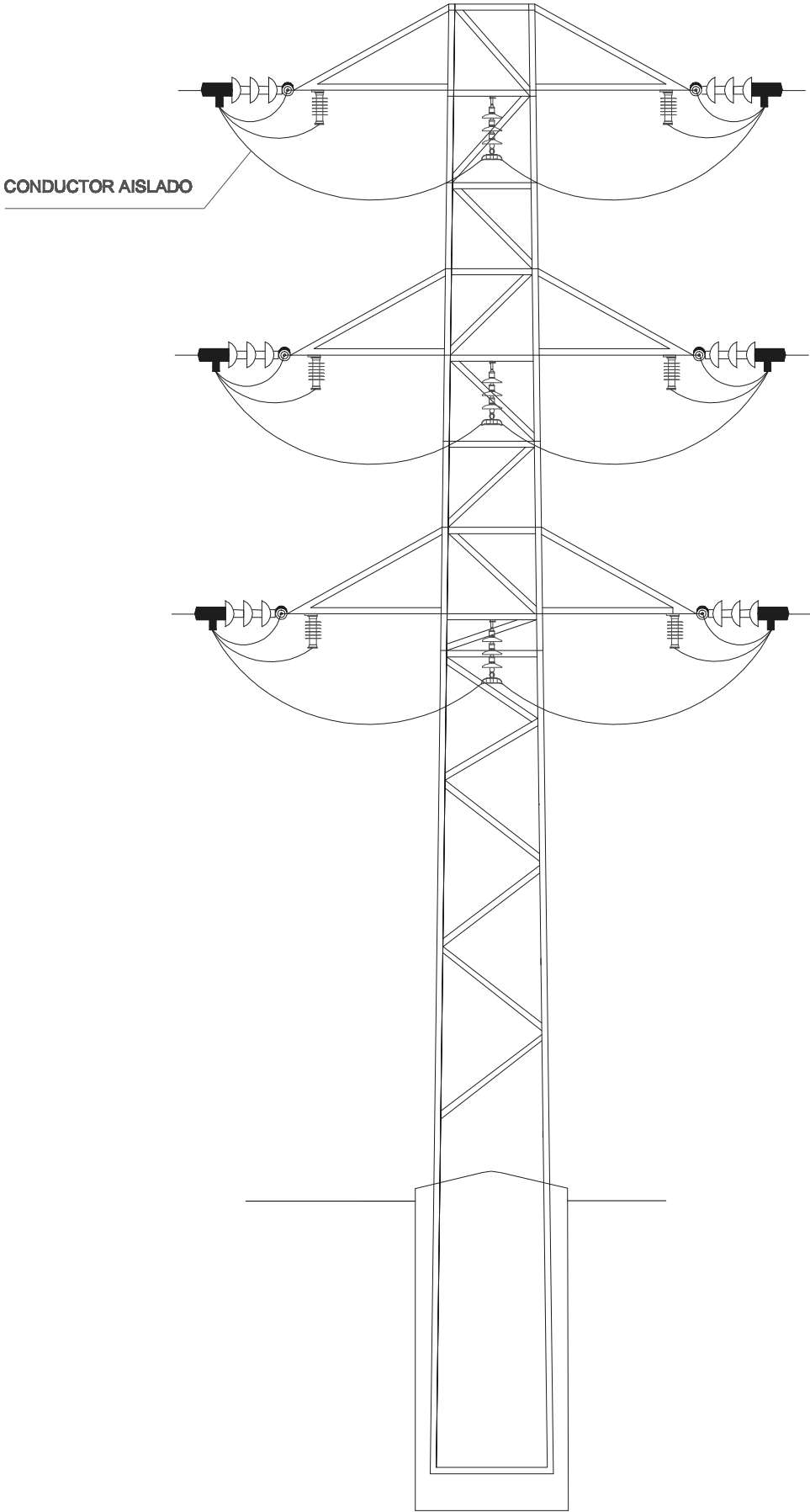



ENERO 2010

Nº 7

ESCALA: 1/40

APOYO Nº1, ENTRONQUE CON LINEA EXISTENTE



CARLOS SERRANO PEREDA	
PROYECTO DE C.T. Y LINEA 20KV DE CONEXIÓN A RED EXISTENTE PARA SUMINISTRO A INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA DE ALMAZARA EN GUDALEN EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILCHES PROVINCIA DE JAEN	ENERO 2010
DESIGNACION: <b>APOYO DE ENTRONQUE</b>	Nº 7
	ESCALA: 1/40

DOCUMENTO N° 3

PRESUPUESTO

## PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UDS.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EUROS
1	Ud. Suministro e instalación de apoyo metálico tipo C-29-4500-DC-2-PLANA. POSTEMEL. Incluido transporte, excavación, hormigonado, acopio, izado, puesta a tierra y colocación de placa de peligro de muerte.	1	4.420,00 €	4.420,00 €
2	Ud. Suministro e instalación de apoyo metálico tipo C-18-1400-DC-1,5-N. POSTEMEL. Incluido transporte, excavación, hormigonado, acopio, izado, puesta a tierra y colocación de placa de peligro de muerte.	1	1.300,00 €	1.300,00 €
3	Ud. Suministro e instalación de apoyo metálico tipo C-18-840-DC-2-N-POSTEMEL. Incluido transporte, excavación, hormigonado, acopio, izado, puesta a tierra y colocación de placa de peligro de muerte.	1	976,00 €	976,00 €
4	Ud. Suministro e instalación de apoyo metálico tipo C-18-3600-DC-1,5-N-POSTEMEL. Incluido transporte, excavación, hormigonado, acopio, izado, puesta a tierra y colocación de placa de peligro de muerte.	1	2.218,00 €	2.218,00 €
5	Ud. Suministro e instalación de apoyo metálico tipo C-4500-18-R.U.S-DC-1,8-N. Incluido transporte, excavación, hormigonado, acopio, izado, puesta a tierra y colocación de placa de peligro de muerte.	1	3.090,00 €	3.090,00 €
6	Mtrs. Suministro y tendido de línea trifásica simple circuito, con conductor tipo LA-56	524	3,00 €	1.572,00 €
7	Uds. Suministro y montaje de cadenas de amarre con 3 aisladores U40BS	21	20,00 €	420,00 €
8	Uds. Suministro y montaje de cadenas de suspensión con 3 aisladores U40BS	6	20,00 €	120,00 €
9	Uds. Suministro y montaje de subida de cable subterráneo de media tensión en apoyo, realiza con conductor RHZ1 18/30 kV 1x240 mm <sup>2</sup> Al, terminal unipolar exterior de 18/30 kV 240 mm <sup>2</sup> Al y protección mecánica de acero galvanizado.	1	524,00 €	524,00 €
10	Uds. Suministro y montaje de juego de seccionadores unipolares de 24 kV 400A	2	480,00 €	960,00 €
11	Uds. Suministro y montaje de juego de cortacircuitos de expulsión de 24 kV 200A	1	1.240,00 €	1.240,00 €
12	Uds. Suministro y montaje de juego de autovalvulas de 20 kV 10 kA, incluyendo aislamiento de los puentes de conexión, para protección de avifauna	1	295,00 €	295,00 €
13	Ud. Puesta a tierra de apoyos de seccionamiento en anillo, con conductor de cobre de 50 mm <sup>2</sup> y picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud.	3	85,00 €	255,00 €
14	Uds. Suministro y montaje de juego de terminales unipolares de interior para cable seco 18/30 kV 240 mm <sup>2</sup> Al, para la conexión de la línea subterránea a las celdas de la Subestación.	1	320,00 €	320,00 €
15	Mtrs. Suministro y tendido de línea trifásica en zanja bajo tubo, con conductor tipo RHZ1 18/30 kV 1x240mm <sup>2</sup> Al	52	18,00 €	936,00 €
TOTAL EUROS PRESUPUESTO				<b>18.646,00 €</b>

CT interior y línea de 20kV de conexión a red existente para suministro a instalaciones provisionales de obra de Almazara en Guadalén en el término municipal de Vilches provincia de Jaén



DOCUMENTO N° 4  
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

---

CT interior y línea de 20kV de conexión a red existente para suministro a instalaciones provisionales de obra de Almazara en Guadalén en el término municipal de Vilches provincia de Jaén.

## INDICE

1.- PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y TÉCNICAS PARA LINEAS DE A.T.	3
1.1.- OBJETO .....	3
1.2.- CAMPO DE APLICACIÓN .....	3
1.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO .....	3
1.4 DATOS DE LA OBRA .....	3
1.5.-REPLANTEO DE LA OBRA .....	3
1.6.-RECEPCIÓN DEL MATERIAL .....	4
1.7.-ORGANIZACIÓN .....	4
1.8.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	4
1.9.-SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS .....	4
1.10.-PLAZO DE EJECUCIÓN .....	4
1.11.-RECEPCIÓN PROVISIONAL .....	5
1.13.- RECEPCIÓN DEFINITIVA .....	5
1.14.-PAGO DE OBRAS.....	5
1.15.- ABONO DE LOS MATERIALES ACOPIADOS .....	5
1.16.- DISPOSICIÓN FINAL .....	6
2.- PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES .....	7
2.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES .....	7
2.2.-NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS .....	7
2.3.-PRUEBAS REGLAMENTARIAS .....	7

## 1.- PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y TÉCNICAS PARA LINEAS DE A.T.

### 1.1.- OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

### 1.2.- CAMPO DE APLICACIÓN

Este pliego de condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas subterráneas de alta tensión hasta 66kV., así como centros de transformación. Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

### 1.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de la Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

### 1.4 DATOS DE LA OBRA

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra. Por otra parte, en un plazo máximo de quince días, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes de acuerdo con las características de la obra terminada. Entregando dos expedientes completos al Director de Obra. Las mejoras y variaciones del proyecto solo pueden ser aprobadas y por escrito por el Director de Obra.

### 1.5.-REPLANTEO DE LA OBRA

El Director de Obra deberá hacer el replanteo de las mismas, entregando al Contratista, que correrá con los gastos del mismo, las referencias y datos necesarios

---

CT interior y línea de 20kV de conexión a red existente para suministro a instalaciones provisionales de obra de Almazara en Guadalén en el término municipal de Vilches provincia de Jaén.

para fijar completamente la ubicación de las obras. Se levantará por duplicado Acta de los datos entregados.

#### 1.6.-RECEPCIÓN DEL MATERIAL

El material suministrado deberá ser aprobado por el Director de Obra, siendo su vigilancia y conservación cuenta del Contratista.

#### 1.7.-ORGANIZACIÓN

El Contratista actuará de patrono legal, corriendo con la organización de la obra, de cuyos planes deberá informar al Director de Obra. En obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria de cuantos gastos haya de efectuar.

#### 1.8.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras se ejecutaran conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

#### 1.9.-SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario, el adjudicatario podrá concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, dando conocimiento por escrito al Director de Obra y no excediendo el coste del 50% del presupuesto de la obra principal.

#### 1.10.-PLAZO DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución empezaran a contar a partir de la fecha de replanteo, estando el contratista obligado a cumplir con los plazos señalados en el contrato. El director de Obra podrá conceder la prórroga estrictamente necesaria cuando las circunstancias así lo requieran.

### 1.11.-RECEPCIÓN PROVISIONAL

Se hará a los quince días siguientes a la petición del Contratista requiriendo la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta de conformidad, si este es el caso, comenzando a contar el plazo de garantía. Si no se hallase la obra en estado de ser recibida, se hará constar en el Acta, fijando al Contratista un plazo de ejecución para remediar los defectos observados, al final del cual se hará un nuevo reconocimiento. Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

### 1.13.- RECEPCIÓN DEFINITIVA

Al terminar el plazo de garantía o, en su defecto, a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y el representante del contratista, levantándose el Acta correspondiente por duplicado.

### 1.14.-PAGO DE OBRAS

Se hará sobre certificaciones parciales, expedidas por el Director de Obra, que se practicasen mensualmente, las cuales contendrán unidades de obra totalmente terminadas y ejecutadas en el plazo referido. La relación valorada que figure se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación. Estas certificaciones son rectificables por la liquidación definitiva o por Certificaciones posteriores.

### 1.15.- ABONO DE LOS MATERIALES ACOPIADOS

Se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación, cuando no haya peligro de que desaparezcan o se deterioren a juicio del Director de Obra, quien lo reflejará en el acta de recepción de Obra. La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes.

## 1.16.- DISPOSICIÓN FINAL

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo proyecto incluya el presente Pliego de condiciones generales, supone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

## 2.- PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

### 2.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Las características de todos los materiales empleados en la realización de la obra, estarán de acuerdo con las normas de la empresa distribuidora de energía eléctrica, en nuestro caso Compañía Sevillana de Electricidad.

### 2.2.-NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

Todas la normas de construcción e instalación de la línea y centro de transformación se ajustaran, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, asico como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustaran a las normativas que pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular la de Compañía Sevillana de Electricidad (C.S.E.)

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos lo que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

### 2.3.-PRUEBAS REGLAMENTARIAS

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia al aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra
- Tensiones de paso y de contacto.





DOCUMENTO N° 5

BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

[1] Reglamento Técnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión, aprobado por el Decreto 3.151/1968 de 28-11-68, y publicado en el B.O.E. del 27-12-68.

[2] Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de seguridad en Locales de Pública concurrencia y Centros de Transformación aprobado por el Real Decreto 223/2008 de 15-02-2008

[3] Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2-08-2002.

[4] Resolución de 5 de mayo de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por las que se aprueban las Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de Endesa Sevillana.

[5] Ley 2/89 de 18 de julio, Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.

[6] Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.

[7] Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

[8] Ley 7-72007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

[9] Real Decreto 1627/1997, de 24-10-1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

[10] Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, ITC MIE RAT 13

[11] Checa, Luis María, “Líneas de transporte de energía”: Marcombo Editores, 1988- 3ª edición.

[12] Internet

[www.caballano.com](http://www.caballano.com)

Seguridad en el proyecto de la construcción

[www.siafa.com](http://www.siafa.com)

Seguridad, higiene y medio ambiente.

[www.csi-csif.net](http://www.csi-csif.net)

Laboratorio certificado ISO 9001: 2000

[www.imedexsa.es](http://www.imedexsa.es)

Instituto industrias Mecánicas de Extremadura.